COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-DIX-HUITIEME.

JANVIER — JUIN 1894.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1894

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1894.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

HERMITE (Charles) (G. O. ✻).
JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) (O. ✻).
DARBOUX (Jean-Gaston) (O. ✻).
POINCARÉ (Jules-Henri) ✻.
PICARD (Charles-Émile) ✻.
APPELL (Paul-Émile) ✻.

SECTION II. — *Mécanique.*

RESAL (Henry-Amé) (O. ✻).
LÉVY (Maurice) (O. ✻).
BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) ✻.
DEPREZ (Marcel) (O. ✻).
SARRAU (Jacques-Rose-Ferdinand-Émile) (O. ✻).
LÉAUTÉ (Henry) ✻.

SECTION III. — *Astronomie.*

FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (G. O. ✻).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (C. ✻).
LŒWY (Maurice (O. ✻).
TISSERAND (François-Félix) (O. ✻).
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) ✻.
CALLANDREAU.

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

ABBADIE (Antoine-Thompson D') ✻.
BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (C. ✻).
GRANDIDIER (Alfred) ✻.
BUSSY (Marie-Anne-Louis DE) (G. O. ✻).
BASSOT (Jean-Léon-Antonin) (O. ✻).
N. . . . .

Section V. — *Physique générale.*

Messieurs :

FIZEAU (Armand-Hippolyte-Louis) (O. ✻).
CORNU (Marie-Alfred) (O. ✻).
MASCART (Éleuthère-Élie-Nicolas) (C. ✻).
LIPPMANN (Gabriel) ✻.
BECQUEREL (Antoine-Henri) ✻.
POTIER (Alfred) (O. ✻).

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie.*

FREMY (Edmond) (C. ✻).
FRIEDEL (Charles) (O. ✻).
TROOST (Louis-Joseph) (O. ✻).
SCHÜTZENBERGER (Paul) (O. ✻).
GAUTIER (Émile-Justin-Armand) ✻.
MOISSAN (Henri) ✻.

Section VII. — *Minéralogie.*

DAUBRÉE (Gabriel-Auguste) (G. O. ✻).
PASTEUR (Louis) (G. C. ✻).
DES CLOIZEAUX (Alfred-Louis-Olivier LEGRAND) O. ✻.
FOUQUÉ (Ferdinand-André) ✻.
GAUDRY (Jean-Albert) (O. ✻).
MALLARD (François-Ernest) (O. ✻).

Section VIII. — *Botanique.*

DUCHARTRE (Pierre-Étienne-Simon) (O. ✻).
NAUDIN (Charles-Victor) ✻.
TRÉCUL (Auguste-Adolphe-Lucien).
CHATIN (Gaspard-Adolphe) (O. ✻).
VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) ✻.
BORNET (Jean-Baptiste-Édouard) ✻.

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

SCHLŒSING (Jean-Jacques-Théophile) (O. ✻).
REISET (Jules) (O. ✻).
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) (O. ✻).
DEHÉRAIN (Pierre-Paul) (O. ✻).
DUCLAUX (Pierre-Émile) (O. ✻).
N. . . . .

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

BLANCHARD (Charles-Émile) (O. ✻).
LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) (C. ✻).
EDWARDS (Alphonse MILNE-) (O. ✻).
SAPPEY (Phibert-Constant) (C. ✻).
RANVIER (Louis-Antoine) ✻.
PERRIER (Jean-Octave-Edmond) ✻.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

MAREY (Étienne-Jules) (O ✻).
BROWN-SÉQUARD (Charles-Édouard) ✻.
BOUCHARD (Charles-Jacques) ✻.
VERNEUIL (Aristide-Auguste-Stanislas) (C. ✻).
GUYON (Jean-Casimir-Félix) (O. ✻).
POTAIN (Pierre-Carl-Édouard) (O. ✻).

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

BERTRAND (Joseph-Louis-François) (C. ✻), pour les Sciences mathématiques.

BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (G. O. ✻), pour les Sciences physiques.

SECRÉTAIRE PERPÉTUEL HONORAIRE.

PASTEUR (Louis) (G. C. ✻).

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

LARREY (le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ❄).
LESSEPS (Ferdinand-Marie DE) (G. C. ❄).
FAVÉ (Général Ildephonse) (G. O. ❄).
DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ❄).
FREYCINET (Charles-Louis DE SAULCES DE) (O. ❄).
HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) (O. ❄).
JONQUIÈRES (Vice-Amiral Jean-Philippe-Ernest DE FAUQUE DE) (G. O. ❄).
CAILLETET (Louis-Paul) (O. ❄).
BISCHOFFSHEIM (Raphaël-Louis) ❄.
BROUARDEL (Paul-Camille-Hippolyte) (C. ❄).

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

TCHÉBICHEF (Pafnutij) (C. ❄), à Saint-Pétersbourg.
THOMSON (Sir William) (C. ❄), à Glascow.
BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ❄), à Heidelberg.
HELMHOLTZ (Hermann-Louis-Ferdinand, VON) (C. ❄), à Berlin.
VAN BENEDEN (O. ❄), à Louvain.
LISTER (Sir John), à Londres.
NORDENSKIÖLD (Nils-Adolf-Érik, baron) (C. ❄).
N. . . . .

CORRESPONDANTS.

NOTA. — Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant :

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

NEUMANN (Franz-Ernst), à Kœnigsberg.
SYLVESTER (James-Joseph) (O. ❄), à Oxford.
WEIERSTRASS (Charles) ❄, à Berlin.
BRIOSCHI (François), à Milan.
SALMON (George), à Dublin.
SOPHUS LIE, à Leipzig.

Section II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

BELTRAMI (Eugène), à Pavie.
SIRE (Georges-Étienne), à Besançon.
CONSIDÈRE (Armand-Gabriel), ※, à Quimper.
AMSLER (Jacob), à Schaffhouse.
VALLIER (Frédéric-Marie-Emmanuel), ※, à Lorient.
RIGGENBACH (Nicolas), ※, à Olten (Suisse).

Section III. — *Astronomie* (16).

HIND (John-Russell), à Londres.
CAYLEY (Arthur), à Cambridge.
STRUVE (Otto-Wilhelm) (C. ※), à Pulkowa.
LOCKYER (Joseph-Norman), à Londres.
HUGGINS (William), à Londres.
NEWCOMB (Simon), à Washington.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard), ※, à Marseille.
HALL (Asaph), à Washington.
GYLDÉN (Jean-Auguste-Hugo) ※, à Stockholm.
SCHIAPARELLI (Jean-Virginius), à Milan.
GOULD (Benjamin-Apthorp), à Cambridge (États-Unis).
LANGLEY (Samuel), à Washington.
AUWERS (Arthur), à Berlin.
RAYET (Georges-Antoine-Pons), à Bordeaux.
PERROTIN (Henri-Joseph-Anastase), à Nice.
N. . . . .

Section IV. — *Géographie et Navigation* (8).

RICHARDS (le Vice-Amiral George-Henry), à Londres.
DAVID (Abbé Armand), missionnaire en Chine.
TEFFÉ (le baron DE), à Rio-de-Janeiro.
SERPA PINTO (Alexandre-Albert DA ROCHA DE), ※, à Lisbonne.
GRIMALDI (Albert-Honoré-Charles) (G. C. ※), prince souverain de Monaco, à Monaco.
MANEN (Eugène-Hippolyte-Léopold-Marie) (O. ※), à Fleury (Seine-et-Oise), et à Paris.
TILLO (Alexis DE), à Saint-Pétersbourg.
N. . . . .

Section V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

STOKES (George-Gabriel), à Cambridge.
CROVA (André-Prosper-Paul) ✻, à Montpellier.
RAYLEIGH (John-William, Baron), à Essex.
AMAGAT (Émile-Hilaire), à Lyon.
RAOULT (François-Marie) ✻, à Grenoble.
ROWLAND (Henry-Augustin), ✻, à Baltimore.
WIEDEMANN (Gustave-Henri) (O. ✻), à Leipzig.
BICHAT (Ernest-Adolphe), à Nancy.
N.. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie* (9).

MARIGNAC (Jean-Charles GALISSARD DE), à Genève.
FRANKLAND (Edward) à Londres.
WILLIAMSON (Alexander-Williams), à Londres.
LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ✻, à Cognac.
REBOUL (Pierre-Edmond) ✻, à Marseille.
BAEYER (Adolf DE), à Munich.
HALLER (Albin), à Nancy.
KEKULÉ (Friedrich-August), à Bonn.
ROSCOÉ (Sir Henry-Enfield) (O. ✻), à Londres.

Section VII. — *Minéralogie* (8).

HALL (James), à Albany.
PRESTWICH (Joseph), à Shorcand, near Sevenaoks, Kent.
GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) ✻, à Lille.
SCACCHI (Arcangelo), à Naples.
SUESS (Édouard), à Vienne.
POMEL (Nicolas-Auguste) ✻, à Alger.
GEIKIE (Archibald), à Londres.
N. . . . .

Section VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

HOOKER (Sir Jos. Dalton), à Kew, près Londres.
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin.
SAPORTA (Louis-Charles-Joseph-Gaston, Marquis DE) ✻, à Aix.
CLOS (Dominique) ✻, à Toulouse.
SIRODOT (Simon) ✻, à Rennes.
GRAND'EURY (François-Cyrille) ✻, à Saint-Étienne.
AGARDH (Jacob-Georg), à Lund.
MILLARDET (Alexis) ✻, à Bordeaux.
MASTERS (Maxwel-Tylden), à Londres.
TREUB (Melchior) ✻, à Buitenzorg, près Batavia (Java).

Section IX. — *Économie rurale* (10).

MARÈS Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier.
LAWES (John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
DEMONTZEY (Gabriel-Louis-Prosper) (O. ✻), à Aix.
GILBERT (Joseph-Henry), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
LECHARTIER (Georges-Vital), à Rennes.
MENABREA (le comte Louis-Frédéric) (C. ✻), à Rome.
HOUZEAU (Auguste) ✻, à Rouen.
ARLOING (Saturnin) ✻, à Lyon.
HELLRIEGEL, à Bernburg (Allemagne).
N. . . . .

Section X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

LOVËN (Svenon-Louis), à Stockholm.
STEENSTRUP (Johannes-Japetus-Smith), à Copenhague.
DANA (James-Dwight), à New-Haven (Connecticut).
HUXLEY (Thomas-Henry), à Hodeslea, Eastbourne (England).
VOGT (Carl) ✻, à Genève.
AGASSIZ (Alexandre), à Cambridge (États-Unis).
FABRE (Jean-Henri) ✻, à Sérignan (Vaucluse).
COTTEAU (Gustave-Honoré) ✻, à Auxerre.
MARION (Antoine-Fortuné ✻, à Marseille.
N. . . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

VIRCHOW (Rudolph), à Berlin.
OLLIER (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (O. ✻), à Lyon.
THOLOZAN (Joseph-Désiré) (O. ✻), à Téhéran.
HANNOVER (Adolphe), à Copenhague.
PAGET (Sir James), à Londres.
LÉPINE (Jacques-Raphaël) ✻, à Lyon.
LUDWIG (Carl), à Leipzig.
ROLLET (Martin-Pierre-Joseph), ✻, à Lyon.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 2 JANVIER 1894,

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Note sur un problème de Mecanique;* par M. J. BERTRAND.

« Si Képler, en étudiant le mouvement des planètes, avait découvert seulement qu'elles décrivent des ellipses, sans rien nous apprendre sur la position du foyer et sur la loi du mouvement dans cette orbite, aurait-on pu, de ce seul résultat, érigé en principe général, déduire la loi de l'attraction newtonienne? J'ai proposé ce problème, il y a plus de vingt ans, en indiquant la marche à suivre pour le résoudre. Des géomètres illustres ont bien voulu s'y appliquer, et les réponses données par Halphen et par M. Darboux ont place aujourd'hui dans les traités de Mécanique analytique et de Mécanique céleste. MM. Tisserand et Appell les reproduisent dans leurs savants Ouvrages.

» Le problème peut s'énoncer ainsi :

» Un point matériel est sollicité par une force dont les composantes, pour chaque point de l'espace où il se trouve, sont déterminées en fonctions des coordonnées de ce point. Quelle est la loi de ces forces pour laquelle le point, quelles que soient les conditions initiales, décrit une section conique ?

» La réponse suivante est remarquable par sa simplicité. Si la vitesse initiale est tangente à la direction de la force agissant au point de départ, la composante normale étant nulle, le rayon de courbure de la trajectoire est infini. La conique se réduit, par conséquent, à une ligne droite. On en conclut que la direction de la force en un point M étant MP, elle restera la même pour tous les points de cette droite, et, par conséquent, les forces cherchées forment un faisceau de droites dont chacune représente la direction de la force en un quelconque de ses points.

» *Toutes ces forces passent par un même point.* — Soient M, en effet, un point quelconque, et MP la direction correspondante de la force, M' un autre point de l'espace et M'P' la force qui agit en M'; supposons que le point mobile partant de M, la vitesse initiale soit dirigée dans le plan PMM'. Ce plan sera évidemment celui de l'ellipse décrite. Si l'on choisit la direction et la grandeur de la vitesse de telle sorte que la trajectoire passe en M', la force accélératrice en ce point devant être dans le plan de la trajectoire, M'P' est située dans le plan PMM' et rencontre par conséquent PM. Des lignes droites en nombre infini, et se rencontrant toutes deux à deux, passent nécessairement par un même point. Soit G ce point.

» Nous supposerons, ce postulatum est indispensable, que l'action sur chaque point de l'espace soit une fonction de la distance au point G.

» *Le point attirant* G *est situé sur l'un des axes de l'une quelconque des ellipses trajectoires.*

» Abaissons, en effet, du point G une normale GA sur l'ellipse parcourue, en considérant le mobile parvenu en A, on voit immédiatement que la direction de la vitesse étant perpendiculaire à GA, la trajectoire, quelle que soit la loi d'attraction, est symétrique par rapport à GA. Or, une normale par rapport à laquelle l'ellipse est symétrique est un axe.

» *En nommant* A *et* A' *les deux sommets situés sur l'axe qui contient le point* G, *les actions exercées en ces deux points sont entre elles dans le rapport de* $\overline{GA'}^2$ *à* $\overline{GA}^2$, *c'est-à-dire de* $\frac{1}{\overline{GA}^2}$ *à* $\frac{1}{\overline{GA'}^2}$.

» La force qui sollicite le mobile étant, en effet, dirigée vers le point G, les aires décrites dans des temps égaux à partir des points A et A′ sont équivalentes, et, par conséquent, les vitesses v et v' en ces deux points sont inversement proportionnelles aux rayons vecteurs normaux GA et GA′. Les rayons de courbure ρ et ρ' en deux sommets d'une même ellipse étant égaux, les fractions $\frac{v^2}{\rho}$ et $\frac{v'^2}{\rho'}$ ont pour rapport $\frac{v^2}{v'^2}$; mais ces fractions représentent précisément les forces accélératrices qui sont en A et en A′ normales à la trajectoire, et dont le rapport, égal à $\frac{v^2}{v'^2}$, l'est aussi à $\frac{1}{\overline{GA}^2} : \frac{1}{\overline{GA'}^2}$.

» Les actions exercées aux distances GA et GA′ sont donc inversement proportionnelles aux carrés de ces distances. Il reste à prouver que ces distances sont arbitraires et indépendantes l'une de l'antre. Le point de départ A, pour lequel la vitesse initiale sera supposée perpendiculaire à GA, peut, évidemment, être choisi arbitrairement. Ce choix étant fait, l'ellipse décrite dont un sommet est en A contient un paramètre arbitraire représenté par la grandeur de la vitesse initiale dont la direction seule est donnée. Ce paramètre permet de faire varier le second sommet A′, et les distances GA et GA′ sont indépendantes l'une de l'autre; c'est donc pour des distances arbitraires et indépendantes que l'action est inversement proportionnelle au carré de la distance.

» Un cas d'exception doit être signalé : c'est celui où le sommet A′, malgré la vitesse arbitraire, serait déterminé quand le sommet A est donné. On doit avoir, dans ce cas, GA = GA′ et le point G est le centre de l'ellipse. Quelle que soit en effet la loi d'attraction, le cercle est une des trajectoires possibles; il correspond au cas où la vitesse initiale au point A rendrait la force centripète dans le cercle de rayon GA égale à l'intensité de l'attraction en A. On aura alors GA = GA′ et, d'après notre hypothèse, cette relation convient à toutes les ellipses.

» Lorsque le point qui décrit une ellipse est attiré vers le centre, la force est proportionnelle à la distance.

» Une attraction dirigée vers un centre fixe, proportionnelle à la distance ou inversement proportionnelle à son carré, est donc la seule force déterminée en chaque point de l'espace qui puisse faire décrire des ellipses à *toutes* les planètes. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation aux dérivées partielles qui se rencontre dans la théorie de la propagation de l'électricité.* Note de M. **Émile Picard.**

« M. Poincaré vient de développer, dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, des considérations extrêmement intéressantes sur l'équation des télégraphistes, qu'il ramène à la forme

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = U.$$

» On peut retrouver de la manière la plus simple les résultats de M. Poincaré, en appliquant à l'équation précédente une méthode célèbre de Riemann ([1]), fondamentale dans la théorie des équations aux dérivées partielles du second ordre à caractéristiques réelles. Pour appliquer cette méthode, on commencera seulement par transformer l'équation en posant

$$2u = x + t, \qquad 2v = x - t,$$

de sorte que l'équation devient

$$(2) \qquad \frac{\partial^2 U}{\partial u \, \partial v} + U = 0,$$

» Pour l'équation (1), M. Poincaré se donne, comme conditions initiales, les valeurs de

$$U \quad \text{et} \quad \frac{\partial U}{\partial t} \qquad (\text{pour } t = 0),$$

ces valeurs étant seulement différentes de *zéro* pour x compris entre a et b. On voit alors que pour l'équation (2) on peut considérer la fonction U ainsi que ses dérivées partielles du premier ordre comme données sur la bissectrice de l'angle des axes; les valeurs données sont seulement différentes de *zéro* sur un segment fini de cette bissectrice.

» Nous serons dans les conditions d'application de la méthode de Riemann, si nous pouvons trouver l'intégrale de l'équation (2), qui, pour

---

([1]) On trouvera une remarquable exposition de cette méthode dans le Tome II des *Leçons* de M. Darboux, p. 71.

$u = u_0$ prend la valeur *un* quel que soit v, et qui, pour $v = v_0$, prend la valeur *un* quel que soit u. Or cette recherche est immédiate, car, en posant

$$z = (u - u_0)(v - v_0),$$

on trouvera une fonction $U = \varphi(z)$ satisfaisant à l'équation (2); en effet, on obtient ainsi l'équation de Bessel

$$z \frac{d^2 \varphi}{dz^2} + \frac{d\varphi}{dz} + \varphi = 0,$$

et la fonction cherchée est une série de Bessel. Les rapports de cette dernière équation avec l'équation (2) sont d'ailleurs bien connus.

» Je développerai ailleurs les calculs élégants, fondés sur la méthode de Riemann, qui permettent de discuter les intégrales de l'équation (1), calculs qui n'offrent aucune difficulté. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Étude chimique sur la nature et les causes du verdissement des Huîtres;* par MM. **Ad. Chatin** et **A. Muntz.**

« Quand on cherche à se rendre compte des causes qui déterminent la viridité des Huîtres à Marennes, la Tremblade, Saint-Jean-de-Luz, etc., on est conduit à reconnaître que ces causes, plus complexes que certaines observations n'ont porté un moment à le croire, relèvent à la fois de la Chimie et de l'Histoire naturelle. C'est au côté chimique du sujet qu'est consacrée la présente Étude.

» Coste, adoptant l'opinion déjà fort accréditée, suivant laquelle la cause du verdissement serait dans la nature du fond (vase) des huîtrières, demanda à un jeune chimiste déjà distingué et qui devait illustrer la science française, attaché aux laboratoires du Collège de France (nous avons nommé M. Berthelot), l'analyse de la vase des claires de Marennes. Allant au delà, M Berthelot soumit aussi à son examen les Huîtres vertes elles-mêmes. Bien qu'assez sommaires, les recherches de M. Berthelot lui donnèrent les résultats suivants :

1° Il n'y a aucun rapport de composition entre le vert des Huîtres et la chlorophylle des plantes, ainsi qu'avec les diverses autres matières colo-

rantes connues, tant des animaux que des végétaux; sur ce point, la question est close;

» 2° Que les Huîtres contiennent du fer;

» 3° Que les vases renferment du sulfure de fer, auquel elles doivent leur couleur noire ([1]).

» La première des conclusions ci-dessus met à néant l'opinion suivant laquelle la viridité des Huîtres serait due à la simple absorption de la chlorophylle des algues vertes ou à une maladie du foie. Quant aux deux autres conclusions, le présent travail n'est autre chose que leur développement.

» A. *Recherche du fer dans l'Huître.* — En prévision de l'existence de très petites quantités de fer diluées dans une grosse masse de matières organiques animales, nous ne pouvions entourer les dosages (l'analyse quantitative s'imposait) de ce corps de trop de précautions.

» Nous avons donné la préférence au procédé par le permanganate de potasse qu'employa Boussingault dans le cours de ses recherches sur les proportions de fer que renferme l'organisme animal. Par là nous avons pu évaluer les plus faibles quantités de ce métal avec une grande exactitude.

» Toutes les évaluations sont rapportées à la matière organique sèche, qui, débarrassée des éléments étrangers (sel marin, etc.) qui l'accompagnent, nous a paru offrir la base de comparaison la plus uniforme. Le fer est représenté à l'état métallique dans les dosages.

» L'origine de la matière verte étant notre objectif principal et cette matière ayant surtout pour siège les branchies, nous avons procédé séparément et comparativement au dosage du fer : (*a*), dans les branchies : (*b*) dans le reste du corps, resté incolore.

» Les résultats sont exposés dans le Tableau suivant :

Provenance des Huîtres.	Fer pour 100 : dans les branchies.	Fer pour 100 : dans le reste du corps.
	gr	gr
Marennes (février)..........	0,0702	0,0318
Cancale (février)...........	0,0379	0,0241
Cancale (mai)..............	0,0804	0,0476
Arcachon (mai).............	0,0625	0,0357
Sables-d'Olonne (avril)......	0,0833	0,0436

» On voit qu'en toutes ces analyses, c'est uniformément dans les bran-

([1]) Berthelot in Coste, *Voyage sur les côtes de France et d'Italie.*

chies que le fer est le plus abondant, sa proportion y étant généralement le double de celle qui se trouve dans le reste du corps.

» Cet important résultat est rendu encore plus sensible, quand on sépare du reste incolore du corps les palpes labiaux, toujours aussi colorés que les branchies, et aussi l'estomac, dans lequel se trouvent des débris organiques et des particules terreuses assez riches en fer. Voici quelques analyses faites de ce point de vue :

	Fer pour 100	
Provenance des Huîtres.	dans les branchies.	dans la chair blanche du corps.
Sables-d'Olonne (avril).........	$0^{gr},0833$	$0^{gr},0351$
Cancale (mai)..................	$0^{gr},0804$	$0^{gr},0365$

» Le fer est donc réparti d'une façon très inégale dans le corps de l'Huître, les branchies en contenant au moins deux fois plus pour un poids donné que la masse incolore du corps.

» L'accumulation du fer dans les branchies, établie par l'analyse, est encore rendue manifeste par la jolie expérience suivante, où le fer se montre aux yeux.

» Si l'on incinère avec précaution une Huître étalée sur une plaque de porcelaine pour en conserver la forme, tout en évitant des courants d'air qui pourraient enlever, vers la fin de l'opération, tout ou partie des cendres, on voit apparaître, sur tout le pourtour du corps occupé par les branchies, des stries ou filets ocracés parallèles, qui dessinent nettement les papilles branchiales dont ils tiennent la place.

» Des points ocracés se montrent aussi là où étaient des palpes labiaux.

» Les rayons ocreux que forme l'oxyde de fer sur les branchies des Huîtres incinérées ont une intensité de couleur très variable, mais en rapport constant avec les proportions de fer indiquées par l'analyse, proportions qui correspondent elles-mêmes à l'intensité, variable, de la coloration des Huîtres.

» Toujours les rayons ocreux les plus pâles correspondent aux branchies les moins colorées, fait vérifié non seulement sur des Huîtres de provenances différentes, mais encore sur des lots de même origine dans lesquels on avait séparé les Huîtres d'après le degré de coloration de leurs branchies.

» Le parallélisme entre la richesse en fer des branchies et leur coloration, déjà rendu certain par ce qui précède, ressort plus nettement en-

core des analyses ci-dessous, qui ont porté sur des branchies présentant des intensités différentes de colorations.

Provenance des Huîtres.	Fer pour 100 de branchies.
Marennes, très vertes	0,0702
Arcachon, faible verdissement	0,0625
Cancale, très blanches (février)	0,0379
Cancale, brun-verdâtre (mai)	0,0804
Sables-d'Olonne, vert-brun assez foncé	0,0833

» Ces résultats montrent clairement les relations du fer avec la coloration des branchies.

» On voit aussi que les proportions de fer qui correspondent à une forte verdure paraissent être de 0,07 à 0,08 pour 100 de la matière sèche des branchies.

» Fait qui étonnera sans doute, et que tout au moins nous ne nous attendions pas à constater dans les présentes recherches, entreprises surtout en vue des Huîtres vertes, c'est que la proportion du fer, qui suit d'ailleurs toujours l'intensité des colorations, est au moins égale, sinon supérieure, dans les Huîtres brunes comparativement aux Huîtres vertes. La conséquence qu'il faut bien en tirer, c'est que la présence du fer n'est pas seulement liée à la couleur verte, mais aussi à la couleur brune des Huîtres; ce qui vient encore à l'encontre de l'opinion qui voulait assimiler le vert des Huîtres à la chlorophylle des végétaux.

» On sait d'ailleurs, par les recherches de M. Joannes Chatin [1], que la coloration des Huîtres est due à un pigment fixé sur de fins granules protoplasmiques, ordinairement renfermés eux-mêmes dans de grandes cellules disposées symétriquement sur deux rangs, dans les papilles branchiales, et qu'il a dénommées *macroblastes*.

» A noter que, bien que les matières colorantes des Huîtres soient réfractaires aux dissolvants de la chlorophylle et de l'hématosine, elles renferment, comme celles-ci, une forte proportion de fer.

» A signaler aussi à l'Hygiène alimentaire ce double fait : richesse en fer du pigment coloré, et fixation de ce pigment sur des granules très azotés.

---

(1) JOANNES CHATIN, *Du siège de la coloration chez les Huîtres vertes* (*Comptes rendus*, t. CXVI).

B. — Examen de la vase des claires et parcs [1] a huitres.

» La terre, ou plutôt la vase des huîtrières a quelques caractères communs, mais présente aussi des différences de composition suivant les localités, soit qu'il s'agisse de claires à Huîtres vertes ou de parcs à Huîtres ordinaires, savoir à branchies plus ou moins brunes.

» Toutes renferment, avec des matières organiques végétales et animales, divers éléments minéraux que l'on peut regarder comme d'importance secondaire par rapport à ceux dont nous donnons ci-après le dosage.

» En laissant la vase se reposer, pour enlever, par décantation, l'eau qui s'en est séparée, on peut se rendre compte de l'état de concentration de cette eau, ou marine, ou saumâtre.

» A Marennes (6 février), l'eau avait :

Densité à $+15°$	1024,40
Chlorure de sodium	$24^{gr},8$ par litre
Matières salines diverses	$6^{gr},7$ »

» A Roscoff :

	Dans le vivier.	Dans le parc.
Densité à $+15°$	1030,4	1031,6
Chlorure de sodium	$28^{gr},5$	$29^{gr},3$ par litre
Matières salines diverses	$11^{gr},3$	$12^{gr},05$ »

» Toutes ces eaux ont une proportion de sel marin peu différente de celle des eaux de mer. Cependant on remarque que, sans doute par la retenue des eaux pluviales dans le vivier de Roscoff, par l'eau de la pluie et celle de la Seudre à Marennes, la densité et la salure sont affaiblies, surtout à Marennes.

» La composition générale des vases, tant des claires à verdissement que des parcs, est donnée dans le Tableau suivant, qui représente l'état de ces vases, généralement de couleur plus ou moins noire, en saison dite d'*engraissement* des Huîtres, savoir de septembre à mai.

» Tous les chiffres se rapportent à 1000 de vase sèche.

---

[1] On nomme *claires* les parcs destinés à l'élevage d'Huîtres vertes, qui ne reçoivent de l'eau de mer qu'aux grandes marées du mois. Les claires doivent recevoir et retenir une certaine quantité d'eaux douces, soit de rivière, soit pluviales.

	Marennes. Marennes, févr. 1893. H. vertes.	Marennes. Chantressac ès-Marennes, févr. 1893. H. vertes.	Sables-d'Olonne. Vase superficielle, 6 février.	Sables-d'Olonne. Sous-vase, 6 février.	Sables-d'Olonne. Vase, 20 février.	Cancale. Vase, 27 février.	Cancale. Vase, 8 mai.
Azote	1,76	1,86	1,19	1,09	1,92	1,56	1,68
Acide phosphorique	1,39	1,82	0,98	0,92	1,16	2,10	1,32
Acide sulfurique	10,13	13,20	7,38	6,33	7,80	15,19	16,63
Chlore	23,12	23,71	6,15	3,44	12,05	16,24	6,79
Iode (1)	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
Chaux	45,08	49,28	93,24	87,92	110,60	219,80	213,36
Sesquioxyde de fer	67,14	77,79	48,98	36,25	29,74	53,27	76,65

	Arcachon. Vase, 14 mars, extraite par lévigation des paquets d'algues du parc.	Roscoff. Vase du vivier après lévigation.	Roscoff. Vase du parc.	Santander, 6 février.	Croisic. Janvier, H. vertes.	Saint-Jean-de-Luz. Décembre, Huîtres vertes en saison H. vertes.
Azote	6,22	7,55	1,43	1,08	0,79	1,56
Acide phosphorique	1,13	1,55	1,17	0,15	0,43	0,75
Acide sulfurique	33,12	12,02	34,18	6,75	27,64	15,87
Chlore	8,61	11,98	23,71	7,13	15,25	15,99
Iode	0,001	0,0005	0,0005	0,005	0,001	0,001
Chaux	11,20	58,52	39,76	78,96	5,60	9,52
Sesquioxyde de fer	35,15	17,04	20,25	19,94	31,96	36,25

» En comparant entre elles les diverses vases, toutes formées d'éléments très fins, on voit que les proportions d'azote sont très variables, ce qui s'explique surtout par les proportions, diverses aussi, des débris organiques, tant végétaux qu'animaux, contenus dans ces vases.

» On remarque en particulier que l'azote, ordinairement compris entre 1,8 et 0,8, s'élève brusquement dans le vivier expérimental de Roscoff à 7,55, pour s'abaisser dans le parc voisin (qui recouvre à toutes marées) à 1,43. La raison de cette anomalie a été donnée par l'observation micrographique qui avait appris que des milliers de petits animaux (infusoires, etc.) grouillaient dans la vase, extraite par lévigation du *moussin* (algues filamenteuses). Un fait presque semblable s'est présenté à Arcachon.

» Cette observation, rapprochée du fait constaté par M. de Lacaze-Duthiers, que les Huîtres prennent un développement beaucoup plus rapide au vivier qu'au parc de Roscoff, indique, ce que confirme l'observation micrographique du tube intestinal, que l'Huître, contrairement à la croyance commune, croît et engraisse principalement sous l'influence d'une nourriture animale.

» A noter, ce qui n'est pas indifférent, que la salure du vivier, où sont retenues les eaux pluviales, est un peu inférieure à celle du parc.

» L'acide phosphorique varie aussi notablement dans les vases. Si, comme dans les bonnes terres arables, il est compris entre 1 et 2 pour 1000, on voit sa proportion descendre à Saint-Jean-de-Luz, au Croisic, et surtout à Santander, où elle devient si

(1) Dosage très approché, à l'état d'iodure de palladium.

minime, qu'on peut en comparer les vases aux sols infertiles des régions les plus ingrates.

» Quant à l'acide sulfurique, qui est pour la plus grosse part combiné à la chaux, sa proportion, presque toujours considérable, est de nature à fixer l'attention. Les vases marines sont, sous ce rapport, de dix à vingt fois plus riches en sulfate calcique que les terres des continents, réserve faite de celles des pays d'origine gypseuse.

» Rien à dire du chlore dont la proportion, sauf quelques écarts, suit celle de l'eau de mer, elle-même variable dans les claires suivant les mélanges, irréguliers, des eaux douces.

» L'iode, en quantité faible, mais toujours appréciable, suit, non le chlore, mais le fer dont il est l'obstiné satellite, ainsi que l'un de nous l'a établi il y a plus de quarante ans par l'analyse des terres, des minerais de fer, des fontes, des fers et aciers à tous les degrés d'affinage dont on ne le prive jamais tout à fait.

» On est surtout frappé, dans l'examen des vases, de la quantité de fer à l'état de sulfure et aussi de protoxyde qu'elles contiennent, sulfure et protoxyde qui seront remplacés, après le parcage, par le sesquioxyde ferrique dont la proportion est ici comparable à celle des terres les plus ocreuses des continents.

» Ainsi s'explique, soit dit en passant, l'installation à Marennes de l'une des usines de la Société de Saint-Gobain.

» On comprend que les algues vertes, si avides de fer pour la constitution de leur chlorophylle, se trouvent ici dans un milieu privilégié.

» La chaux, ordinairement assez considérable pour être représentée par une moyenne de 50 à 200 pour 1000, est surtout à l'état de sulfate, que les Huîtres sauront utiliser à la formation de leurs coquilles, quelques vases ne contenant même pas de carbonate : telles celles du Croisic et de Saint-Jean-de-Luz, dont se rapprochent celles d'Arcachon (1).

» Étant connue la composition des vases des huîtrières, et spécialement celles des claires à Huîtres vertes, il reste à déterminer la nature des changements qui vont être opérés dans celles-ci par la pratique du parage, pratique regardée par les gens du métier comme indispensable pour entretenir les claires en *verdeur*. »

---

(1) Sans doute que par l'acide carbonique, dissous dans l'eau, il y a dégagement de gaz sulfhydrique et formation de carbonate de chaux.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. **Mastelski** adresse, d'Instar (Russie), un Mémoire « Sur l'existence de deux forces contraires dans les corps gazeux ».

(Commissaires : MM. Mascart, Appell.)

CORRESPONDANCE.

La **Société mathématique de Moscou** adresse une invitation à l'Académie, pour la séance dans laquelle elle doit se réunir au neuvième Congrès des naturalistes et médecins russes, le 21/9 janvier 1894, à l'occasion du vingtième anniversaire de la Société.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *Ernesto Cesaro*, intitulé : « Corso di Analisi algebrica, con introduzione al Calcolo infinitesimale ». (Présenté par M. Hermite.)

MM. **Netter**, **Michel**, **Duboin**, **J. Morin**, **Neumann**, **Amagat** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

NAVIGATION. — *Détermination graphique du point à la mer.* Note de MM. **Louis Favé** et **Rollet de l'Isle**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« La détermination du point par la hauteur des astres a donné lieu à un nombre considérable de travaux, et d'illustres géomètres ont attaché leurs noms à diverses solutions de ce problème. Dans ces dernières années les efforts pour simplifier les méthodes se sont multipliés, surexcités par le besoin d'obtenir la position du navire beaucoup plus fréquemment que

par le passé. Aujourd'hui, à bord de la plupart des navires à marche rapide, tous les officiers doivent, pendant leur quart, faire des observations de hauteurs et calculer, sur la passerelle même, les résultats nécessaires à assurer la route.

» Les observations de nuit, autrefois peu usitées, prennent une importance toujours croissante : il faut les multiplier pour se mettre en garde contre les erreurs auxquelles elles exposent.

» On voit journellement paraître des formules et des tables nouvelles dont les auteurs sont des marins, et l'on peut juger par là du prix que ceux qui sont appelés à en faire usage attachent à la simplification des calculs. Mais, quelle que soit la simplicité des méthodes, ce calcul exige une contention d'esprit pénible, surtout lorsque l'attention ne peut s'y concentrer en toute sécurité et demande un temps pendant lequel la surveillance de l'officier se relâche, alors qu'elle serait particulièrement nécessaire.

» Les procédés graphiques tendent de plus en plus à remplacer le calcul numérique dans un très grand nombre d'applications : la rapidité est beaucoup plus grande, les erreurs sont moins fréquentes, les vérifications sont promptes et faciles, la fatigue de l'opérateur est considérablement diminuée. Ces avantages, reconnus lorsque le calculateur peut opérer en toute tranquillité d'esprit, ne sont-ils pas plus précieux encore pour le marin, dont l'attention doit être toujours en éveil afin de parer immédiatement à toutes les éventualités?

» Le diagramme ou *abaque* que nous avons construit donne très simplement *la hauteur et l'azimut d'un astre, connaissant la déclinaison et l'angle horaire de cet astre ainsi que la latitude du lieu d'observation*. Il fournit donc les éléments nécessaires au tracé de la droite de hauteur par la *méthode dite du point rapproché imaginée par le commandant Marcq Saint-Hilaire* et aujourd'hui universellement employée.

» Dans le triangle sphérique pôle-zénith-astre PZE nous connaissons : 1° la distance polaire de l'astre $\delta = 90° - d = \text{PE}$ (d étant la déclinaison); 2° la colatitude estimée $\lambda = \text{PZ}$; 3° l'angle au pôle ou angle horaire $\text{AH} = \widehat{\text{EPZ}}$, que l'on déduit de la longitude estimée, de l'heure de l'observation donnée par le chronomètre et de l'ascension droite de l'astre.

» Nous cherchons : 1° la hauteur $h = 90° - z = 90° - \text{ZE}$ (z étant la distance zénithale); 2° l'azimut $\text{PZE} = \text{A}z$ de l'astre sur l'horizon du lieu.

» Par le point E faisons passer un grand cercle perpendiculaire au grand cercle PZP', il coupe ce dernier au point B. Dans le triangle sphérique rec-

tangle PEB, nous connaissons l'hypoténuse PE et l'angle P. Nous pouvons déterminer les côtés EP et PB. Dans le triangle sphérique rectangle ZEB, nous connaîtrons le côté EB commun avec le premier triangle et le côté $ZB = PB - PZ = PB - \lambda$; nous pourrons donc déterminer l'hypoténuse EZ de ce triangle et l'angle Z. La résolution du triangle sphérique PZE est ainsi ramenée à celle de deux triangles sphériques rectangles ayant un côté de l'angle droit commun et dans lesquels les seconds côtés de l'angle droit ont une différence égale à la colatitude.

» L'abaque dont nous allons expliquer le système de construction permet d'obtenir les deux côtés de l'angle droit d'un triangle sphérique rectangle, connaissant l'hypoténuse et l'un des angles, et, réciproquement, d'obtenir l'hypoténuse et l'un des angles, connaissant les deux côtés de l'angle droit.

» Dans le triangle rectangle PEB, les formules qui relient les côtés $PB = \beta$, $BE = \alpha$, l'hypoténuse $PE = \delta$ et l'angle $P = AH$ sont

$$\cos\delta = \cos\beta \cos\alpha, \tag{1}$$

$$\cot AH = \cot\alpha \sin\beta. \tag{2}$$

» Donnons à δ une valeur déterminée et considérons α et β comme des variables. Nous pourrons construire la courbe représentée par l'équation (1), en portant sur un axe horizontal les valeurs de β et sur un axe vertical les valeurs de α, exprimées par des nombres de degrés et de minutes. Donnons maintenant à δ une série de valeurs équidistantes comprises entre 0° et 90°, de 10° en 10° par exemple; construisons les courbes et écrivons sur chacune d'elles la valeur correspondante de δ. Faisons de même pour l'équation (2). Nous aurons sur la même feuille deux familles de courbes correspondant à des valeurs équidistantes de δ et de AH. Nous avons ainsi partagé le plan en une série de quadrilatères curvilignes que nous pourrons faire aussi petits que nous voudrons en traçant un nombre suffisant de courbes.

» Des valeurs données de δ et de AH déterminent un point dont les coordonnées rectangulaires sont α et β. Inversement des valeurs données de α et de β déterminent un point dont les coordonnées curvilignes sont δ et AH.

» On reconnaît facilement que l'abaque constitue une projection d'un quadrant de la sphère céleste. Les parallèles et les méridiens équidistants y sont figurés par les deux systèmes de courbes numérotés δ et AH.

» L'opération consiste à *chercher la position de l'astre sur cette projection, à déplacer le point ainsi obtenu sur une horizontale d'une quantité égale à la colatitude et à lire au moyen des mêmes systèmes de courbes la hauteur et l'azimut.*

» Cet abaque permet de résoudre aussi simplement tous les problèmes qui se présentent dans la pratique de la navigation et qui se ramènent à la résolution d'un triangle sphérique. L'échelle de l'abaque est telle que la minute d'arc correspond pour les hauteurs à une longueur d'environ $0^{mm},2$, et l'approximation que l'on obtient est en rapport avec celle des observations à la mer et largement suffisante pour la pratique.

» Il importe de faire remarquer que, grâce à un système de carreaux tracé sur l'abaque, les mesures à effectuer ne dépassant pas une longueur de 11^{mm}, la précision n'est pas sensiblement affectée par les déformations du papier. »

NAVIGATION. — *Régulation des compas par des observations de force horizontale.* Note de M. Caspari, présentée par M. Cornu.

« La mesure directe des déviations qu'éprouve la boussole sous l'influence des fers du navire n'est possible hors de vue des terres que par la détermination des azimuts astronomiques. Si la brume ou le ciel couvert empêchent cette opération, il faut recourir aux observations de force horizontale, et les formules de Poisson, transformées par Archibald Smith, permettent alors d'établir le tableau complet des déviations pour tous les caps. J'ai indiqué (*Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1197) une méthode pour dresser ce tableau quand le fer doux du bâtiment est distribué symétriquement par rapport au compas. Cette hypothèse était admissible il y a vingt ans; elle ne l'est plus pour les navires actuels, et il est nécessaire de tenir compte des cinq coefficients $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$, $\mathfrak{C}$, $\mathfrak{D}$, $\mathfrak{E}$, d'Archibald Smith. Mais l'expérience, d'accord avec la théorie, permet toujours de considérer $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{D}$, $\mathfrak{E}$ comme constants au cours du voyage : ces coefficients sont ceux des déviations constante et quadrantale, ils peuvent être calculés avant le départ : il ne reste plus alors qu'à trouver les coefficients, variables d'un lieu à un autre, de la déviation semi-circulaire, $\mathfrak{B}$ et $\mathfrak{C}$.

» Soient prises les notations habituelles :

ζ, cap magnétique réel;

ζ', cap observé au compas;
H, composante horizontale du magnétisme terrestre;
H', force horizontale observée au cap ζ';
λ, constante dépendant du fer doux et représentant la *force moyenne vers le nord*.

» Posons

$$(1)\qquad \begin{cases} \mathfrak{A} - \mathfrak{E} = u \sin\alpha, & 1 + \mathfrak{D} = u\cos\alpha, \\ \mathfrak{A} + \mathfrak{E} = v \sin\beta, & 1 - \mathfrak{D} = v\cos\beta. \end{cases}$$

» Les constantes u, v, α, β pourront être calculées d'avance et les formules connues du *Manuel de l'Amirauté* prennent la forme

$$(2)\qquad \begin{cases} \dfrac{H'}{\lambda H}\cos\zeta' = u\cos(\alpha - \zeta) + \mathfrak{B}, \\ -\dfrac{H'}{\lambda H}\sin\zeta' = v\sin(\beta - \zeta) + \mathfrak{C}. \end{cases}$$

» Dans la construction graphique que j'ai appelée *Dygogramme n° 2 généralisé*, $\mathfrak{B}$ et $\mathfrak{C}$ sont les coordonnées du centre de l'ellipse.

» H' se détermine par les méthodes connues : oscillations, déflecteur Thomson ou méthode des *écarts*. Si la tare de l'instrument employé est connue par une observation préliminaire à terre, on peut avoir la valeur numérique de $\frac{H'}{\lambda H}$. Si l'on a observé la déviation en même temps que la forme horizontale, les seules inconnues $\mathfrak{B}$ et $\mathfrak{C}$ peuvent se déduire d'une observation unique à un cap quelconque. Si l'on n'a pu obtenir la déviation, il faut observer à deux caps ζ'_0 et ζ'_1 et l'on aura quatre équations pour quatre inconnues : on est ramené à résoudre un système de deux équations du deuxième degré en $\mathfrak{B}$ et $\mathfrak{C}$, ce qui revient, comme on sait, à résoudre une équation du troisième degré.

» Mais les calculs sont longs et pénibles et le déflecteur ne peut pas toujours être taré avec une exactitude suffisante. On ne connaît alors que des quantités proportionnelles à H'_0 et H'_1 et il faut observer à trois caps. En choisissant les caps cardinaux du compas, ζ' prend les valeurs 0°, 90, 180°, 270° et les formules se simplifient beaucoup.

» Introduisons les déviations δ dans les formules (2) par la substitution $\zeta = \zeta' + \delta$, et affectons les indices 0, 1, 2, 3, respectivement aux caps N., E., S., O. Les huit équations résultantes, convenablement transformées,

conduiront aux relations

$$(3)\qquad \begin{cases} \dfrac{H'_0}{u\lambda H} = 2\sin(n+x)\sin(m+y), \\ \dfrac{H'_1}{v\lambda H} = 2\sin(n-x)\sin(m+y), \\ \dfrac{H'_2}{u\lambda H} = 2\sin(n-x)\sin(m-y), \\ \dfrac{H'_3}{v\lambda H} = 2\sin(n+x)\sin(m-y), \end{cases}$$

dans lesquelles

$$m = 45^\circ + \frac{\alpha-\beta}{2}, \qquad n = 45^\circ - \frac{\alpha-\beta}{2}$$

et x et y sont des inconnues auxiliaires telles que

$$\mathfrak{B} = u\sin(x+y), \qquad \mathfrak{C} = v\sin(x-y).$$

» L'observation donnera des valeurs proportionnelles à H'_i.

» Supposons, pour fixer les idées, qu'on ait observé les écarts ε_0, ε_1, ε_2, ε_3, on aura

$$H'_i = \frac{K}{\sin\varepsilon_i},$$

K étant une constante; posant alors

$$\operatorname{tang}\rho = \frac{u\sin\varepsilon_0}{v\sin\varepsilon_1} = \frac{v\sin\varepsilon_3}{u\sin\varepsilon_2},$$
$$\operatorname{tang}\sigma = \frac{v\sin\varepsilon_1}{u\sin\varepsilon_2} = \frac{u\sin\varepsilon_0}{v\sin\varepsilon_3},$$

les formules (3) donneront

$$\operatorname{tang}x = \operatorname{tang}n\operatorname{tang}(45^\circ-\rho), \qquad \operatorname{tang}y = \operatorname{tang}m\operatorname{tang}(45^\circ-\sigma),$$

d'où $\mathfrak{B}$ et $\mathfrak{C}$. D'ailleurs $\operatorname{tang}m = \cot n$.

» On voit qu'il suffit d'observer à trois caps cardinaux pour calculer ρ et σ, et avoir par suite la solution complète, soit au moyen du dygogramme, soit par les formules classiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel isomère de la cinchonine.* Note de MM. **E. Jungfleisch** et **E. Léger**, présentée par M. H. Moissan.

« En cherchant à comparer avec les nôtres quelques isomères de la cinchonine obtenus récemment par divers chimistes, nous avons été con-

duits à répéter les intéressantes expériences de MM. Comstock et Kœnigs, et à traiter par les hydrates alcalins en solution alcoolique le bibromhydrate d'hydrobromocinchonine, c'est-à-dire un produit d'addition de l'acide bromhydrique à la cinchonine. Quelques essais préalables nous ayant fait penser que les produits formés dans cette circonstance varient beaucoup lorsqu'on change, même faiblement, les conditions de la réaction destinée à enlever au composé la totalité de son acide bromhydrique (*Comptes rendus*, t. XIII, p. 651), nous avons voulu être fixés sur ce point. L'exactitude de notre observation première se trouve démontrée dans la présente Note, spécialement par la production d'un nouvel isomère de la cinchonine, lequel abonde dans une condition déterminée de la réaction. Le fait ainsi établi rend particulièrement évidente la singulière plasticité de la molécule de la cinchonine; il montre bien la délicatesse des phénomènes produisant les nombreux isomères de cette base.

» Nous appellerons le nouvel alcali *cinchonine* δ, tant pour le rapprocher des isomères obtenus dans des circonstances analogues, que pour le distinguer de ceux fournis par le traitement sulfurique de la cinchonine. Nous donnerons ailleurs une description moins succincte de cet alcali, ainsi que le détail des expériences.

» Dans l'action de la potasse alcoolique sur le bibromhydrate d'hydrobromocinchonine, en opérant comme l'ont indiqué MM. Comstock et Kœnigs (*Berichte d. d. chem. Gesells.*, t. XX, p. 2521), il se produit de la cinchoniline, de la cinchonifine, de l'apocinchonine et un peu seulement de cinchonine δ. En employant semblablement la soude alcoolique, les produits restent les mêmes, mais l'apocinchonine est un peu plus abondante. Il en est encore ainsi avec l'alcool sodé.

» Le rôle de l'alcali dans la réaction n'est d'ailleurs que secondaire.

» Si, en effet, on maintient en ébullition pendant vingt-quatre heures 200gr d'alcool à 50 centièmes, tenant en dissolution 10gr de bibromhydrate d'hydrobromocinchonine, plus de la moitié de celui-ci se trouve détruit. La liqueur débarrassée, par évaporation et cristallisation, de la majeure partie du sel subsistant, fournit surtout de la cinchoniline et de l'apocinchonine; la cinchonifine, si elle s'est formée, n'est pas assez abondante pour être décelée avec cette quantité de matière. L'alcool absolu agit moins rapidement que l'alcool aqueux.

» Au lieu de traiter par l'alcool le bibromhydrate d'hydrobromocinchonine, on peut opérer de même sur la base isolée, sur l'hydrobromocinchonine libre; l'alcool légèrement aqueux, l'alcool à $\frac{85}{100}$ provoque sa décomposition rapide. Après cinq heures d'ébullition, un mélange de 100gr de cette base et de 1lit d'alcool à 85°, mélange non homogène d'abord, donne peu à peu une dissolution limpide. En distillant l'alcool et

en traitant le résidu par un excès d'acide bromhydrique, de façon à introduire dans la liqueur $\frac{1}{5}$ de son volume de la solution saturée d'acide, on sépare, à l'état de bibromhydrate cristallisé, l'hydrobromocinchonine non altérée; l'eau-mère contient les bases provenant de la décomposition. Ces bases, mises en liberté par la soude, sont extraites par agitation avec l'éther qui laisse un résidu d'apocinchonine. La solution éthérée, lavée à l'eau et abandonnée jusqu'au lendemain, dépose quelques cristaux d'apocinchonine et d'hydrobromocinchonine non décomposée; filtrée et distillée, elle laisse un mélange huileux de cinchoniline et de cinchonine δ. En formant avec ce mélange des chlorhydrates basiques, le chlorhydrate de cinchonine δ, sel peu soluble, cristallise lentement; on le recueille après deux jours. L'eau-mère contient le chlorhydrate de cinchoniline; on l'additionne de chlorure de zinc et d'un excès d'acide chlorhydrique; le chlorozincate de cinchoniline cristallise tandis que celui de cinchonine δ, qui est fort soluble, reste dans la liqueur. Le chlorozincate de cinchoniline fournit cette base libre. Dans ces conditions, peu différentes des précédentes cependant, la production de la cinchonine δ est abondante.

» Le chlorhydrate basique du nouvel isomère de la cinchonine est purifié par des cristallisations répétées dans l'eau bouillante; il se dépose par refroidissement en longues aiguilles prismatiques brillantes, susceptibles d'être confondues avec le chlorhydrate de cinchonigine. Le sel retient énergiquement une matière colorante jaune qu'on élimine par des cristallisations dans l'alcool faible. Le sel devenu incolore, étant traité à la soude et à l'éther, fournit l'alcali libre en solution éthérée; celle-ci, lavée à l'eau, desséchée par la potasse caustique solide et distillée, donne par refroidissement la base cristallisée en longues aiguilles, soyeuses et incolores.

» L'alcali ainsi obtenu est bien un isomère de la cinchonine; cela résulte de ses analyses, ainsi que de celles de ses combinaisons avec les acides; il se différencie nettement, par ses propriétés, des autres isomères antérieurement décrits.

» La cinchonine δ, lorsqu'elle se dépose lentement d'une solution éthérée peu sursaturée, constitue des prismes très allongés, à extrémités fusiformes rendant les bases invisibles. Insoluble dans l'eau, elle se dissout très abondamment, même à froid, dans l'alcool, la benzine, le chloroforme ou l'acétone; l'éther, qui la dissout assez abondamment quand elle vient d'être précipitée de ses sels, la dépose peu à peu en longues aiguilles; le même véhicule ne dissout que fort peu la base déjà cristallisée. La cinchonine δ est fusible à 150°. Elle est dextrogyre. Son pouvoir rotatoire, mesuré à 17°, en solution à 1 pour 100 dans l'alcool à $\frac{97}{100}$, est $\alpha_D = +125°,2$; en dissolution dans l'eau, au centième et avec addition de $2HCl$, elle donne $\alpha_D = +176°,9$, et avec addition de $4HCl$, $\alpha_D = +178°,2$. La cinchonine δ, à l'état libre ou sous forme de sels, donne des dissolutions qui se colorent assez rapidement à l'air et à la lumière, en formant des produits bruns, beaucoup moins alcalins que la base elle-même.

» Les sels de cinchonine δ sont, en général, fort solubles dans l'eau, trop solubles pour être obtenus aisément à l'état cristallisé; le chlorhydrate, le bromhydrate et l'oxalate (basiques) sont, au contraire, peu solubles à froid et cristallisent facilement.

» Le *chlorhydrate,* dont il a été parlé plus haut, forme de petits prismes incolores, très réfringents, contenant $1^{mol}, 5$ d'eau de cristallisation, perdant à froid les deux tiers de cette eau dans le vide sec. Il ne peut être desséché complètement que dans le vide à 100°; il s'altère et jaunit rapidement à 110°.

» Le *bromhydrate* présente à peu près la même apparence; il constitue cependant des cristaux un peu plus volumineux; il contient 2 molécules d'eau; desséché, il fond vers 188°, en s'altérant.

» L'*oxalate* se dépose, pendant le refroidissement de sa solution aqueuse, en très fines aiguilles incolores, contenant 5 molécules d'eau de cristallisation. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur les ophites des Pyrénées occidentales.* Note de M. **P.-W. Stuart-Menteath**, présentée par M, d'Abbadie.

« La combinaison de l'étude stratigraphique avec l'étude microscopique, et leur application à tous les ophites d'une région spéciale, m'ayant paru essentielles pour l'interprétation du phénomène ophitique, j'ai fait connaître en 1881 les résultats de l'examen de soixante gisements étudiés dans la partie la moins connue des Pyrénées (¹). Ayant pu ajouter, depuis 1881, plus de cinquante nouveaux gisements à la carte géologique de la même région, je pense qu'un bref résumé de mes résultats pourra servir à corriger les illusions qui ont nécessairement affecté les interprétations d'une région accidentée et peu connue.

» La plus importante de ces illusions est l'association, supposée essentielle, des ophites avec le Trias. Partout j'ai pu constater l'existence réelle de failles accompagnant le Trias. C'est à ces failles, et non à la présence du

(¹) *Bulletin de la Société géologique de France,* 4 avril 1881. — J'ai classé les ophites, examinées à cette époque, comme *des diabases ou des dolérites.* M. J. Kuhn ayant publié, peu après, les résultats de l'examen d'un certain nombre d'*échantillons* d'ophite provenant de la région immédiatement à l'est de celle que j'avais spécialement décrite, les a comparés aux diabases et mélaphyres. Sans préjuger la question d'âge, on peut donc appliquer les noms de *diabases* ou *dolérites* aux ophites de toute la moitié occidentale de la chaîne; mais il faut admettre des passages à d'autres roches. La difficulté de l'application, en Géologie pratique, de toute classification purement minéralogique, justifie l'emploi des anciens noms.

Trias, qui, par suite de circonstances orogéniques, accompagne constamment les failles, que l'abondance de l'ophite est attribuable sur les bords extérieurs de la chaîne ainsi que le long des grands plis de son intérieur. J'ai depuis longtemps constaté la même association entre le Trias et les gîtes métallifères. Dans l'un comme dans l'autre cas, le Trias est simplement l'indice de la présence des failles qui ont occasionné les émissions ophitiques ou métallifères. On a cité des nappes d'ophite contemporaines du Trias à Saint-Jean-Pied-de-Port, mais aucune description de ces nappes n'a été publiée; dans le calcaire également attribué au Trias, à côté de ces nappes, j'ai trouvé l'*Ostrea carinata,* des Nérinées, des Caprines du Crétacé supérieur. Dès 1881 j'ai également attribué au Crétacé les conglomérats à galets d'ophite dans lesquels on avait cru reconnaître des fossiles du Lias. Ces conglomérats à galets, souvent fossilifères, et les brèches de friction, expliquent certainement tous les cas semblables dans les Pyrénées occidentales. D'ailleurs des recherches suivies à l'intérieur des massifs paléozoïques peu connus m'ont prouvé que les ophites sont non moins abondants à l'intérieur de ces massifs que sur leurs bords plus fréquentés et accessibles. Dans le petit massif de Goizueta, j'ai constaté, sous les forêts qui le recouvrent, plus de trente gisements d'ophite, et dans les autres massifs paléozoïques j'ai trouvé souvent des gisements en proportion avec le soin de mes recherches. Pourvu que le Crétacé supérieur ne recouvre pas le terrain, l'ophite peut se trouver en abondance; habituellement les conglomérats de la base du Crétacé supérieur sont remplis de cailloux d'ophite. C'est donc après le dépôt et le soulèvement du Crétacé inférieur que je place la première apparition de l'ophite. Elle paraît avoir accompagné une terre ferme, dont l'existence est attestée par des dépôts assez constants de lignite vers la base du Crétacé supérieur des Pyrénées occidentales.

» Une deuxième illusion provient de l'intercalation des ophites parallèlement aux couches du terrain encaissant, disposition que plusieurs observateurs ont représentée comme invariable. Par suite de la décomposition et d'autres circonstances fortuites, il est particulièrement difficile de constater la véritable situation stratigraphique des ophites. Sur les soixante gisements représentés dans ma carte géologique de 1881, j'ai pourtant pu dessiner plusieurs cas de pénétration nette à travers les couches encaissantes. Depuis 1881 j'ai pu reconnaître beaucoup d'autres cas, surtout dans les roches paléozoïques où les relations sont mieux conservées. Les ophites ayant traversé des roches déjà plissées ont naturellement profité le plus souvent des plans de séparation des couches comme canaux peu ré-

sistants. Cette circonstance est, dans une certaine mesure, un indice de leur origine relativement récente.

» Une troisième illusion est l'indépendance supposée entre le granit, les porphyres et les ophites des Pyrénées. On a constamment répété l'assertion de Charpentier que le Trias de la vallée de Baigorry contient des cailloux roulés de granit. On n'a pas remarqué que la Carte géologique de Charpentier comprend dans ce Trias une extension considérable de conglomérats du Crétacé supérieur, situés au sud d'Iholdy. Dans ces derniers, le granit abonde; dans le conglomérat triasique et permien, j'en ai souvent et en vain cherché le moindre fragment. L'absence de fragments granitiques est remarquable dans tous les conglomérats triasiques de la région, et j'ai depuis longtemps signalé le métamorphisme intense du Trias à sa jonction avec le granit des Trois Couronnes. Les relations du granit avec le Crétacé supérieur sont semblables aux relations de l'ophite, et les conglomérats qui contiennent des galets de granite contiennent constamment des galets d'ophite et de porphyre. Les roches clastiques du Crétacé supérieur se sont déposées sur des affleurements de granit et d'ophite, mais sont elles-mêmes pénétrées par de nouvelles émissions tant granitiques qu'ophitiques. L'activité ignée a accompagné toutes les phases de l'activité orogénique de la région des Pyrénées. Les pénétrations granitiques et ophitiques à travers le Crétacé, que j'ai signalées depuis longtemps dans diverses régions, sont déjà confirmées par plusieurs observateurs.

» Sur une Carte qui représente en deux couleurs les massifs granitiques et les ophites des Pyrénées, on constate que l'importance des derniers est en raison inverse de celle des premiers. Le rôle du granit dans les Pyrénées orientales paraît remplacé par le rôle de l'ophite dans la partie occidentale de la chaîne, qui apparaît poivrée de taches représentant ces roches basiques.

» On sait que les environs de Cauterets présentent des ophites typiques. Le granit de ces lieux est sillonné de filons, depuis $0^m,02$ d'épaisseur, d'une roche très analogue à l'ophite; et l'origine de ces filons de ségrégation est attribuable aux éléments basiques abondamment dispersés dans tout le granit de la région. Dans le massif paléozoïque de Goizueta, on trouve, tantôt dans les mines, tantôt au fond des gorges, des témoins de l'existence du granit en profondeur. Ce sont des filons et des bosses de granulite, alternants et intimement associés avec des filons d'ophite. Ils paraissent se pénétrer mutuellement, et tout indique leur contemporanéité d'origine. Sans le secours du microscope, il serait souvent difficile de les distinguer;

mais habituellement on peut reconnaître quelques filons de granulite typique et quelques parties d'ophite entièrement normal. En étudiant les relations des roches en question, on reconnaît que les principales émissions d'ophite suivent les directions, et indiquent la persistance en profondeur, des bandes de granit, dont la présence est en outre confirmée par des phénomènes de métamorphisme (¹). Une bande relierait le granit de Pouzac à celui du Labourd et ce dernier à celui des Trois-Couronnes; une autre bande suivrait, plus au sud, depuis le granit des Eaux-Chaudes, et se relierait à la bande déjà citée dessous le massif ophitique de Plasencia, le plus grand qui existe dans les Pyrénées. En un mot, les ophites paraissent accompagner essentiellement le granit de l'époque crétacée, dont l'influence aurait continué a se faire sentir même dans les volcans post-pliocènes d'Olot et dans les eaux thermales de nos jours. Disséminée dans le granit, concentrée sur ses bords, injectée en filons dans les roches paléozoïques, épanchée en typhons et laccolites dans les roches secondaires, la matière des ophites serait le lubréfiant qui a facilité le lent développement des plis contournés des Pyrénées. C'est seulement en écartant une série d'illusions que l'on parvient à saisir la véritable distribution et les rapports de cet élément de la chaîne. La disposition actuelle des massifs granitiques sur la Carte géologique des Pyrénées, étant la résultante d'une série d'opérations distinctes, me paraît contribuer à ces illusions, et certainement ne correspond pas à la disposition du granit en profondeur. Du reste, j'ai depuis longtemps signalé, depuis l'Océan jusqu'à la Méditerranée, la présence du Dévonien, carbonifère ou crétacé, en contact avec le granit, à la place du Silurien, cambrien ou précambrien, figurés sur des Cartes géologiques. Le caractère intrusif et relativement récent du granit des Pyrénées est confirmé par toutes mes observations sur le terrain (²). »

(¹) Parmi ces phénomènes, la transformation en *adinole* potassique des schistes siliceux et conglomérats situés *au-dessus* des ardoises à plantes du carbonifère dans le vallon d'Aydius est particulièrement instructive. Cette adinole se retrouve en divers points entre Aydius et Laruns, le long de la jonction entre le paléozoïque et le crétacé. Elle a été attribuée tantôt au Silurien, tantôt au Dévonien, tantôt au Culm, mais elle est certainement produite à une époque postérieure. Un beau porphyre quartzifère se présente plus bas.

(²) *Bull. Soc. géol. de France,* 21 juin 1886 et 7 novembre 1887. Notamment entre Saint-Laurent de Cerdons et Castet-Follit, j'ai trouvé le crétacé supérieur à *Spondylus spinosus* et Rudistes à la place du silurien supposé; le poudingue d'Isobol sur le Rio

HYDROGRAPHIE. — *Sur la composition des eaux de la Dranse du Chablais et du Rhône à leur entrée dans le lac de Genève.* Note de M. **A. Delebecque**, présentée par M. Daubrée.

« A l'exception de celles de la Meuse (¹) et de l'Arve (²), les eaux des rivières n'ont guère fait jusqu'à présent, à ma connaissance, l'objet d'études suivies. Pour combler en partie cette lacune, j'ai cherché suivant quelles lois variait la quantité de matières dissoutes dans l'eau des deux principaux affluents du lac de Genève, affluents de régimes très différents: l'un la Dranse du Chablais, rivière torrentielle et sans affluent glaciaire, l'autre le Rhône, rivière également torrentielle sur la plus grande partie de son cours, mais ayant environ le cinquième de son bassin d'alimentation constitué par des glaciers, ce qui est une proportion rarement atteinte pour les grands cours d'eau des Alpes.

» Les eaux de ces deux rivières ont été recueillies à leur entrée dans le lac. Les prises ont été faites : pour la Dranse, environ tous les quinze jours, du 30 décembre 1891 au 5 juin 1893; pour le Rhône, tous les huit jours, du 19 septembre 1892 au 1er octobre 1893. J'ai chaque fois évaporé au bain-marie 500^{cc} d'eau dans une capsule en platine, que j'ai desséchée dans l'étuve à 110° et pesée jusqu'à poids constant.

» Voici les résultats généraux obtenus :

» *Pour la Dranse,* en faisant abstraction des crues, la quantité de matières dissoutes par litre passe par deux maxima, l'un en hiver et l'autre en été, et par deux minima, l'un au printemps et l'autre en automne. Le minimum de printemps est dû à la fonte des neiges d'hiver qui amène de l'eau pure dans la Dranse, le minimum d'automne, moins accusé que le premier, à la fonte des premières neiges qui tombent sur les montagnes à l'arrière-saison. Les chiffres moyens sont environ : pour l'hiver, $0^{gr},35$; pour le printemps, $0^{gr},18$; pour l'été, $0^{gr},30$; pour l'automne, $0^{gr},25$. Ces chiffres sont assez élevés parce que la Dranse a une partie de son lit dans le gypse. Une crue, en amenant dans la Dranse des eaux de ruissellement relativement pures,

---

Segre, à cailloux de granite, constamment cité comme silurien, est carbonifère. Je ne prétends nullement limiter à un moment donné le développement du phénomène granitique.

(¹) W. Spring et E. Prost, *Études sur les eaux de la Meuse* (*Annales de la Société géologique de Belgique,* t. XI, Mémoires 1884).

(²) B. Baeff, *Les eaux de l'Arve* (Thèse, Genève, 1891). — L. Duparc et B. Baeff, *Sur l'érosion et le transport dans les rivières torrentielles ayant des affluents glaciaires* (*Comptes rendus,* 27 juillet 1891).

provoque une diminution de plusieurs centigrammes dans la quantité de matières dissoutes. Les extrêmes observés ont été $0^{gr},132$ le 30 décembre 1891, pendant une crue (avec $1^{gr},97$ de matières en suspension par litre) et $0^{gr},4744$ le 13 janvier 1893.

» *Pour le Rhône,* dont les crues subites sont moins accentuées que pour la Dranse (elles vont rarement jusqu'à quadrupler le débit), la courbe des résultats obtenus est d'une régularité frappante, et j'ai pu, pour chaque mois de l'année, calculer les moyennes suivantes qui paraissent être très approchées [1] : janvier, $0^{gr},332$; février, $0^{gr},326$; mars, $0^{gr},319$; avril, $0^{gr},215$; mai, $0^{gr},180$; juin, $0^{gr},132$; juillet, $0^{gr},104$; août, $0^{gr},099$; septembre, $0^{gr},117$; octobre, $0^{gr},186$; novembre, $0^{gr},247$; décembre, $0^{gr},285$; le maximum ayant été de $0^{gr},354$ le 25 février et le minimum de $0^{gr},092$ le 9 juillet 1893. Il n'y a ici qu'un maximum en hiver et un minimum en été; cela s'explique par cette circonstance que la fusion des glaciers, presque nulle en hiver et très forte en été, est le facteur principal qui régit le débit du Rhône et que son influence sur la composition des eaux de cette rivière est prépondérante.

» La proportion des éléments dissous varie également de l'hiver à l'été. La quantité de sulfate de chaux augmente en hiver, parce que le gypse se trouve principalement dans les régions basses, où se fait surtout l'alimentation du Rhône en hiver; les alcalis augmentent en été, parce que les roches à feldspaths se trouvent principalement dans les régions hautes, où se fait l'alimentation d'été, et aussi à cause de la décomposition par trituration des galets feldspathiques roulés par le fleuve, décomposition mise en évidence par les célèbres expériences de M. Daubrée.

» En tenant compte du débit du Rhône et des autres affluents du lac, un calcul, évidemment très approximatif, montre que la quantité de matières dissoutes apportées annuellement par le Rhône dans le lac de Genève est de 750 000 tonnes, et que celle apportée par l'ensemble des affluents peut être estimée à 1 150 000 tonnes. Ces chiffres nous donnent une idée de la puissance de l'érosion par voie de dissolution. »

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures. J. B.

---

(1) Tous les chiffres qui suivent indiquent, comme les précédents, la quantité de matières dissoutes par litre.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 janvier 1894.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Septième série. Tome I. Janvier 1894. Paris. G. Masson, 1894; 1 fasc. in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie (fondé en 1809), rédigé par MM. Fremy, Regnauld, Lefort, Planchon, Riche, Jungfleisch, Petit, Villejean, Bourquelot et Marty. Tome XXIX. 1er janvier 1894. Paris, G. Masson; 1 br. in-8°.

L'alimentation qui procure le plus de chaleur et le plus de force musculaire, intellectuelle et morale, par le Dr Gallavardin. Lyon, 1893; br. grand in-8°.

Congrès international de Zoologie. Deuxième session à Moscou, du 10/22 18/30 août 1892. Deuxième Partie. Moscou, 1893; 2 vol. grand in-8°.

Observations du magnétisme terrestre faites à Upsala sous la direction de Rob. Thalèn pendant l'exploration internationale des régions polaires en 1882-1883, calculées et rédigées par E. Solander. Publiées par l'Académie royale des Sciences de Suède. Stockholm, 1893; 1 br. in-4°.

Annuario publicado pelo observatorio do Rio de Janeiro para o anno de 1893. Rio de Janeiro, 1893; 1 vol. in-8°.

Smithsonian Institution. United States national Museum. Report upon the condition and progress of the U. S. national Museum during the year ending june 30, 1891, by G. Brown-Goode, LL. D., assistant secretary of the Smithsonian Institution, charge of U. S. national Museum. Washington, 1893; 1 br. in-8°.

Observatorio meteorologico de Manila bajo la direccion de los PP. de la Compañia de Jesus. Observaciones verificadas durante el mes de marzo de 1892. Manila, 1893; 1 br. grand in-4°.

La Terre avant l'apparition de l'homme, par Fernand Priem, ancien élève de l'École Normale supérieure, professeur au lycée Henri IV. Paris, Baillière et fils, 1893. [Présenté (1) par M. Gaudry.]

(1) A la séance du 11 décembre 1893.

ERRATA.

(Séance du 26 décembre 1893.)

Note de M. *E. Guyou*, Nouvelles applications des Tables de latitudes croissantes à la navigation :

Page 1060, ligne 30, *au lieu de* l'équateur, *lisez* la zone.
Même page, ligne 31, *au lieu de* la zone, *lisez* l'équateur.
Page 1062, ligne 7, *au lieu de*

$$\text{co}\lambda(\text{P}) = \tfrac{1}{2}\sigma(a) \pm \sigma(\text{A}),$$

lisez

$$\text{co}\lambda(\text{P}) = \tfrac{1}{2}[\sigma(a) \pm \sigma(\text{A})].$$

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 JANVIER 1894,

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1894, lequel doit être choisi, cette fois, parmi les Membres des Sections de Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 57,

M. Chatin obtient	. . . .	26 suffrages.
M. Marey »	. . . .	20 »
M. Friedel »	. . . .	10 »

Il y a un bulletin blanc.

Aucun Membre n'ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un deuxième tour de scrutin.

Le nombre des votants étant encore 57,

M. Chatin obtient	. . . .	26 suffrages.
M. Marey »	. . . .	25 »
M. Friedel »	. . . .	3 »

Il y a trois bulletins blancs.

Aucun Membre n'ayant encore réuni la majorité absolue, il est procédé à un scrutin de ballottage.

Le nombre des votants étant toujours 57,

M. Marey obtient	. . . .	29 suffrages.
M. Chatin »	. . . .	26 »

Il y a deux bulletins blancs.

M. **Marey**, ayant obtenu la majorité des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres, qui devront faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1894, et qui doivent être choisis, l'un dans les Sections de Sciences mathématiques, l'autre dans les Sections de Sciences physiques.

MM. **Fizeau** et **Daubrée** réunissent la majorité des suffrages.

M. **de Lacaze-Duthiers**, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1893.

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1894.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome CXIV (1er semestre 1892) et le Tome CXV (2e semestre 1892) ont paru avec leurs Tables.

Les numéros de l'année 1893 ont été mis en distribution avec la régularité habituelle.

Mémoires présentés. — Un Mémoire de M. G. Kœnigs, intitulé : « Mémoire sur les lignes géodésiques » (*Savants étrangers*, t. XXXI, n° 6).

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1893.

Membres décédés.

Section de Géographie et Navigation : M. **Paris**, décédé le 8 avril.
Section d'Économie rurale : M. **Chambrelent**, décédé le 13 novembre.
Section de Médecine et Chirurgie : M. **Charcot**, décédé le 16 août.

Membres élus.

Section d'Astronomie : M. **Callandreau**, le 20 février, en remplacement de M. Mouchez, décédé.

Section de Géographie et Navigation : M. **Bassot**, le 23 janvier, en remplacement de M. Jurien de la Gravière, décédé.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Potain**, le 30 octobre, en remplacement de M. Charcot, décédé.

Membres à remplacer.

Section de Géographie et Navigation : M. **Paris**, décédé le 8 avril.
Section d'Économie rurale : M. **Chambrelent**, décédé le 13 novembre.

Changements survenus parmi les Associés étrangers depuis le 1er janvier 1893.

Membres décédés.

M. **de Candolle**, décédé le 4 avril.
M. **Kummer**, décédé le 14 mai.

Membres élus.

M. **Lister** (Sir John), à Londres, le 6 mars, en remplacement de M. Richard Owen, décédé.

M. le baron DE **Nordenskiöld**, à Stockholm, le 12 juin, en remplacement de M. de Candolle, décédé.

Membre à remplacer

M. **Kummer**, décédé le 14 mai.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1^er janvier 1893.

Correspondants décédés.

Section de Mécanique : M. **Colladon**, à Genève, décédé le 30 juin.

Section d'Astronomie : M. **R. Wolf**, à Zurich, décédé le 6 décembre.

Section de Minéralogie : M. **Kokscharow**, à Saint-Pétersbourg, décédé le 2 janvier.

Section d'Économie rurale : M. DE **Gasparin**, à Orange, décédé le 8 mai.

Correspondants élus.

Section de Mécanique : M. **Vallier**, à Lorient, le 30 janvier, en remplacement de M. de Caligny, décédé; M. **Riggenbach**, à Olten (Suisse), le 4 décembre, en remplacement de M. Colladon, décédé.

Section de Physique générale : M. **Rowland**, à Baltimore, le 8 mai, en remplacement de M. Soret, décédé; M. **Wiedemann**, à Leipzig, le 23 mai, en remplacement de M. Weber, décédé; M. **Bichat**, à Nancy, le 10 juillet, en remplacement de M. Abria, décédé.

Section de Chimie : M. **Roscoë**, à Londres, le 20 mars, en remplacement de M. Hoffmann, décédé; M. **Kékulé**, à Bonn, le 20 février, en remplacement de M. Stas, décédé.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Ludwig**, à Leipzig, le 17 juillet, en remplacement de M. Donders, décédé; M. **Rollet**, à Lyon, le 6 novembre, en remplacement de M. Palasciano, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section d'Astronomie : M. **R. Wolf**, à Zurich, décédé le 6 décembre.

Section de Géographie et Navigation : M. le baron DE **Nordenskiöld**, à Stockholm, élu Associé étranger, le 12 juin 1893.

Section de Physique générale : M. **Helmholtz**, à Berlin, élu Associé étranger, le 13 juin 1892.

Section de Minéralogie : M. **Kokscharow**, à Saint-Pétersbourg, décédé le 2 janvier 1893.

Section d'Économie rurale : M. **de Gasparin**, à Orange, décédé le 8 mai 1893.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Van Beneden**, élu Associé étranger, le 18 juillet 1892.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Études sur la formation de l'acide carbonique et l'absorption de l'oxygène par les feuilles détachées des plantes : réactions purement chimiques;* par MM. **Berthelot** et **G. André**.

« L'étude des transformations que les feuilles éprouvent, une fois qu'elles ont été séparées de la plante et abandonnées à elles-mêmes, est des plus intéressantes, tant pour la connaissance de leurs réactions biologiques et chimiques, que pour celle de la circulation des éléments à la surface du globe. Les feuilles détachées éprouvent en effet des réactions multiples, attribuables, les unes à l'influence purement chimique de l'oxygène et de l'humidité, les autres aux métamorphoses biologiques, provoquées par des causes internes, ou par des agents microbiens extérieurs.

» Ces métamorphoses offrent une liaison évidente avec les échanges gazeux fondamentaux entre l'atmosphère et la plante, qui caractérisent la respiration végétale; ainsi qu'avec les réactions qui tendent à ramener les principes immédiats des feuilles soit à l'état de composés binaires, tels que l'eau et l'acide carbonique, soit à l'état du terreau et des principes constitutifs de la terre végétale.

» Malgré les études dont ces questions ont été l'objet, de la part de nombreux et habiles observateurs, elles sont encore entourées de beaucoup d'obscurité. C'est ce qui nous a engagés à entreprendre les expériences actuelles, destinées à analyser les influences multiples qui viennent d'être signalées et à étudier séparément, autant que possible, le rôle de chacune d'elles.

» Voici la méthode suivie :

» On a pris des feuilles fraîches, empruntées à trois espèces usuelles, telles que le blé, plante herbacée annuelle, d'une dessiccation facile et qui en anéantit rapidement la vitalité; le *Sedum maximum*, plante herbacée vivace, dont les feuilles gorgées d'eau ne perdent celle-ci, et par suite leur vitalité, que lentement et difficilement, à la température ordinaire; enfin le coudrier (*Corylus avellana*), plante ligneuse, dont les feuilles offrent une structure toute différente des précédentes, tout en étant susceptibles d'une prompte dessiccation.

» La composition élémentaire (carbone, hydrogène, azote, oxygène, cendres, eau) de chacune de ces feuilles a été déterminée au début.

PREMIER GROUPE. — *Expériences faites à 100°-110°. Anéantissement immédiat de la vitalité. Résultats purement chimiques.*

» *Première série.* — On opère dans un courant d'hydrogène, en recueillant l'eau et l'acide carbonique. (Influence de la chaleur seule et de la dessiccation.)

» *Deuxième série.* — Expériences similaires dans un courant d'air. (On joint aux influences précédentes l'action simultanée de l'oxygène.)

» *Troisième série.* – Feuilles plongées dans l'eau, le ballon étant traversé par un courant d'air (l'influence permanente de l'eau est ici ajoutée aux précédentes).

» *Quatrième série.* — Feuilles humides, dans un ballon plein d'oxygène et scellé. On dose à la fois l'oxygène absorbé et l'acide carbonique produit.

DEUXIÈME GROUPE. — *Expériences faites à froid, avec le concours des actions cellulaires internes et microbiennes extérieures.*

» *Cinquième série.* — Dessiccation des feuilles sous une cloche, en présence de l'acide sulfurique : phénomène comparable jusqu'à un certain point à la dessiccation des fourrages.

» *Sixième série.* — Conservation des feuilles dans une atmosphère saturée d'humidité. On dose l'oxygène absorbé et l'acide carbonique, tous les deux et trois jours, pendant trois mois. La destruction de la matière organique sous des influences microbiennes, opérée en vertu des phénomènes attribués autrefois à l'érémacausie, se manifeste ici particulièrement.

» Exposons les résultats obtenus, en en dégageant à mesure les conclusions générales.

PREMIER GROUPE. — EXPÉRIENCES FAITES VERS 100°-110°.

PREMIÈRE SÉRIE. — *Feuilles chauffées dans un courant d'hydrogène pur.*

» On déplace d'abord l'air du petit ballon par un courant rapide d'hydrogène, on plonge le ballon dans un bain d'huile chauffé à 110°, et l'on continue le courant gazeux lentement, à raison de 1^lit ou 2^lit par heure. L'eau qui distille est condensée en nature dans un petit récipient refroidi; l'acide carbonique est récolté au delà (après dessiccation), dans des tubes à potasse.

» I. *Blé.* — Poids des feuilles humides : 28^gr,8, répondant à 7^gr,8 sèches; contenant 3^gr,354 de carbone, d'après dosage.

		Eau condensée.
Après 1^h.30^m (94° température intérieure du ballon atteinte en moins de dix minutes)...	CO^2 0^gr,0128	
Puis 2.30 (99°, température intérieure du ballon).	0,0091	
Puis 5 (100°-110°)........................	0,0227	
La dessiccation est alors sensiblement complète.		
Puis 3.30 (110°)........................	0,0104	
Puis 3 (108°)........................	0,0024	
Total 15^h 30	0^gr,0574	20^gr,6

» Cette expérience offre des circonstances dignes d'intérêt. En premier lieu, l'eau recueillie, soit 20^gr,6, représente sensiblement la perte à l'étuve (21^gr,0). Cette dernière est nécessairement un peu plus forte; car elle comprend l'acide carbonique et les principes volatils dégagés au contact de l'air.

» Le poids total de l'acide carbonique formé s'élève à 0^gr,0574; représentant 0,73 pour 100 du poids de la matière sèche, et renfermant 0,41 centièmes du poids de son carbone. Mais la formation de ce gaz a eu lieu peu à peu, et même en deux phases assez distinctes; la première accomplie vers 100°, à laquelle se maintient le thermomètre intérieur du ballon : elle répond aux $\frac{2}{5}$ de l'acide carbonique produit. La température intérieure étant portée de 100° à 110°, une nouvelle proportion d'acide carbonique, à peu près égale, s'élimine, tandis que l'eau distille presque entièrement. Quand la quantité d'eau éliminée à chaque instant est devenue assez faible pour que la température intérieure du ballon puisse être portée au même point (110°) que celle du bain d'huile, il se fait un dernier dégagement d'acide carbonique, voisin du quart du précédent.

» On voit par là que la dessiccation, même rapide, d'une plante en modifie la composition : certains principes immédiats sont détruits dans ces conditions, et leur poids est assurément beaucoup plus considérable que celui de l'acide carbonique, simple fraction résultant de leur dédoublement. Cette circonstance ne doit pas être oubliée dans les analyses de plantes, entreprises en vue de la physiologie végétale, ou pour tout autre motif.

» Une telle altération se manifeste ici par une production d'acide carbonique, production indépendante de toute oxydation. En raison de la température peu élevée à laquelle elle a été accomplie au sein de l'hydrogène, on ne saurait penser à autre chose qu'à un *dédoublement*, accompli par fixation d'eau, et analogue à celui des éthers carboniques et composés congénères; conclusion à laquelle nous étions déjà arrivés par nos recherches sur les carbonates contenus dans les plantes (¹).

» Cet acide carbonique d'ailleurs, conformément à la théorie des réactions éthérées, ne se dégage pas d'un seul coup, mais en suivant la marche progressive d'un dédoublement de plus en plus ralenti. L'élévation de la température l'active, comme on vient de le voir; puis il se ralentit de nouveau et finit par être sensiblement nul.

» A ce moment, la plante desséchée dans l'hydrogène est devenue presque inaltérable par l'air, même vers 110°. C'est ce que nous avons reconnu, en poursuivant l'expérience dans un courant d'air lent, substitué finalement à l'hydrogène, pendant quatre heures consécutives. On a obtenu seulement $0^{gr},0019$ d'acide carbonique, et, en poursuivant deux heures encore, une quantité nulle à la pesée.

» Insistons en terminant sur ce fait que la feuille a développé ici de l'acide carbonique par des réactions purement chimiques et sans absorber d'oxygène : ce sont des résultats qu'il convient de ne pas oublier dans les études de physiologie, et spécialement dans celles relatives à la respiration végétale.

» II. *Sedum maximum*. — Poids des feuilles humides : $31^{gr},40$, représentant $2^{gr},69$ sèches; renfermant $1^{gr},1962$ de carbone

Après 4^h (100° temp. intér.).	CO^2 $0^{gr},0089$	Eau recueillie.........	$24^{gr},6$
Puis 4^h (100°-110°)......	0,0032	»	3,7
	0,0121		28,3
Courant d'air consécutif, 6^h.	0,0000	Perte à l'étuve........	28,7

(¹) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6ᵉ série, t. X, p. 101.

» Le poids de l'acide carbonique représente les 0,44 centièmes de celui de la matière sèche et il renferme 0,29 centièmes de son carbone. Mêmes conclusions générales que pour le blé.

» III. *Corylus avellana.* — Poids des feuilles humides : 11gr,1; sèches, 4gr,45; renfermant carbone, 2,079.

» La réaction a été cette fois presque accomplie après cinq heures (100°-110°).

Après 10h................	CO^2 recueilli 0gr,0316	Eau recueillie......	6gr,7
Courant d'air consécutif, 5h.	» 0gr,0000	Perte à l'étuve....	6gr,65

» Le poids de l'acide carbonique représente les 0,71 centièmes du poids de la matière et il renferme 0,42 de son carbone.

» Dans cet essai, le courant d'hydrogène a dû être prolongé jusqu'à ce qu'il n'enlevât plus d'acide carbonique, dosable par pesée : autrement le courant d'air consécutif pourrait en éliminer les dernières doses, dont la formation semblerait, par erreur, due à l'action de l'oxygène.

» Les réactions avec le *Corylus avellana* sont moins régulières qu'avec le blé.

DEUXIÈME SÉRIE. — *Feuilles chauffées dans un courant d'air.*
(Mêmes dispositions. Bain d'huile à 110°.)

» I. *Blé.* — Feuilles : 25gr,0; pesant à l'état sec 5gr,65; renfermant C = 2gr,4295.

Après	2h30m à 98° (t. intér. du ballon).	CO^2 =	0,0402	0,0854
Puis	3 »		0,0197	
Puis	5 à 110°..................		0,0255	
Puis	2 »		0,0057	
Puis	3.30 »		0,0000	
Total	16h		0gr,0911	

» Le poids total de l'acide carbonique s'élève à 0gr,0911; soit 1,61 centièmes du poids de la matière sèche, renfermant 1,0 centième du poids de son carbone.

» Ces nombres sont plus que doubles de ceux qui ont été observés dans un courant d'hydrogène. Le dégagement de l'acide carbonique a eu lieu de même d'une manière progressive, l'excès dans sa formation se poursuivant depuis le début de l'expérience, et le phénomène se décompose pareillement en deux phases, dont la première correspond au dégagement de la majeure partie de l'eau. Au début de cette phase, la température intérieure du ballon se maintenant vers 100°, la production de

l'acide carbonique, pour un même poids de matière, est à peu près trois fois aussi rapide en présence de l'air qu'en présence de l'hydrogène. L'élimination progressive de l'eau permettant de porter la température intérieure de 100° à 110°, la production de l'acide carbonique s'accélère dans l'air, aussi bien que dans l'hydrogène. Mais le poids de l'acide carbonique formé dans l'air par 1gr de matière sèche ne surpasse le précédent que de moitié. Enfin le départ des dernières traces d'eau ne répond, dans un cas comme dans l'autre, qu'à un poids minime d'acide carbonique, la formation de ce dernier en étant toujours corrélative.

» En résumé, la présence de l'oxygène accroît la dose de l'acide carbonique; ce qui atteste un phénomène d'oxydation, accompli surtout en présence de l'eau.

» II. *Sedum maximum*. — Feuilles humides, 24gr,7; sèches, 2gr,12; renfermant C = 0gr,943.

Après 2h30m vers 100° (t. intér.).	CO^2 =	0gr,0112	Eau distillée =	9,2
Puis 3 vers 100°-110°.....		0,0054	....	13,2
		0,0164		22,4
			Perte à 110°...	22,58

» Le poids de l'acide carbonique représente les 0,78 centièmes de la matière sèche et contient les 0,47 centièmes de son carbone. Ces doses l'emportent de plus de moitié sur les quantités obtenues dans l'hydrogène.

» III. *Corylus avellana*. — Feuilles humides, 10gr,35; sèches, 4gr,22; renfermant C = 1gr,08.

Après 4h	vers 100° (t. intér.) CO^2.....	0,0251
Puis 4	vers 100°-110°...............	0,0139
Puis 2.30	»	0,0067
		0gr,0457

» Le poids de l'acide carbonique représente 1,08 centièmes de la matière sèche et contient les 0,62 centièmes de son carbone. Ces doses l'emportent de près de moitié sur celles obtenues dans l'hydrogène. Ce sont donc toujours les mêmes conclusions générales qu'avec le blé.

» Le volume de l'acide carbonique formé représente de cinq à dix fois le volume des feuilles sèches, et deux fois celui des feuilles humides, dans le cas du blé et du *Corylus*. Cet acide carbonique résulte à la fois d'un dédoublement progressif, accompli même dans l'hydrogène, et d'une oxydation, accomplie dans l'air et dont les effets s'ajoutent à ceux de la réaction

précédente; l'une et l'autre étant déterminées, ou tout au moins facilitées par la présence de l'eau.

» On peut se demander si l'arrêt observé dans le dégagement de l'acide carbonique, au cours des expériences précédentes, est dû à l'élimination de l'eau, ou bien à la destruction de certains principes, susceptibles de fournir le gaz? Pour répondre, nous avons fait les expériences que voici.

TROISIÈME SÉRIE. — *Feuilles immergées dans l'eau, chauffées à 100°, dans un courant d'air lent.*

» I. *Blé.* — Feuilles humides, 30gr,0; sèches, 6,48; renfermant C = 2gr,7864.

Après	2h : CO^2	....	0gr,0194
Puis	3 »	....	0,0037
Puis	2 »	....	0,0035
	7h		0,0364

» La dose d'acide carbonique recueillie est plus forte que celle qui a été obtenue dans le même temps et à la même température, au sein de l'hydrogène, mais moindre qu'au sein de l'air. L'oxydation paraît être moins active dans ces conditions, l'oxygène n'agissant guère sur les feuilles immergées qu'à la condition de se dissoudre dans l'eau. C'est peut-être en raison de ce contact moins immédiat, que le phénomène, après un premier dégagement assez actif d'acide carbonique, semble se prolonger plus lentement, mais indéfiniment.

» II. *Sedum maximum.* — Feuilles humides, 25gr,0; sèches, 2,14; renfermant C = 0,952.

Après :	4h CO^2	....	0gr,0154
Puis	3 »	....	0,0103
Puis	3 »	....	0,0026
Puis	3 »	....	0,0036
	13h		0,0319

Soit 1,5 pour 100 du poids sec; renfermant 0,91 pour 100 du carbone.

» Ces nombres surpassent ceux qui ont été obtenus dans l'hydrogène et même dans l'air : le phénomène ne tendait point d'ailleurs, même après treize heures, vers une limite; pas plus que dans l'expérience précédente.

» Avec le *Corylus avellana*, les résultats se sont rapprochés davantage de ceux qui ont été observés dans l'hydrogène.

QUATRIÈME SÉRIE. — *Feuilles humides, contenues dans un ballon rempli d'oxygène et scellé.*

» Ici le contact entre les feuilles et le gaz est assuré, et il est facile de doser l'oxygène absorbé.

» I. *Blé.* — Feuilles humides, $11^{gr},6$; sèches, $2^{gr},50$; renfermant $C = 1^{gr},075$.

» Oxygène contenu dans le matras, $155^{cc},1$ (volume actuel). On plonge le matras scellé dans un bain-marie bouillant et on l'y laisse deux heures. Après l'opération, d'après les mesures et l'analyse des gaz :

O absorbé	$9^{mgr},5$
CO^2 formé	$9^{mgr},8$

» La matière a absorbé 0,38 centièmes de son poids d'oxygène et formé 0,39 d'acide carbonique. Rapport en volume, $\frac{O}{CO^2} = \frac{95}{72} = 1,32$.

» II. *Sedum maximum.* — Feuilles humides, $42^{gr},8$; sèches, $3^{gr},6$; renfermant $C = 1,601$.

O absorbé...	$13^{mgr},1$	soit...	0,36	pour 100 du poids de la matière sèche
CO^2 formé...	$18^{mgr},0$	» ...	0,50	» »

» Le volume de l'oxygène absorbé est cette fois égal à celui de l'acide carbonique formé.

III. *Corylus avellana.* — A. Feuilles humides, $11^{gr},2$; sèches, 4,56; renfermant $C = 2,18$.

O absorbé...	0,0410	soit...	0,89	pour 100 du poids de la matière sèche
CO^2 formé...	0,0355	» ...	0,77	» »

» Le rapport du volume de l'oxygène absorbé à celui de l'acide carbonique formé, $\frac{O}{CO^2} = \frac{89}{56} = 1,60$.

» B. Feuilles humides, $15^{gr},2$; sèches, $6^{gr},2$; renfermant $C = 2,8966$.

O absorbé	0,0706;	soit 1,14 pour 100.
CO^2 produit	0,0511;	soit 0,82 pour 100.

Rapport en volume.

$$\frac{O}{CO^2} = \frac{114}{60} = 1,90.$$

» Pour comparer les nombres de cette série à ceux des précédentes, il faut calculer l'acide carbonique produit à 100°, dans le même temps, deux heures; ce qu'il est facile de faire en traçant les courbes des expériences.

» Dans une atmosphère d'hydrogène, on trouve ainsi : acide carbonique

	Dans l'hydrogène.				Dans l'oxygène
Avec le blé.........	0,20 pour 100 de la matière sèche,			au lieu de	0,39
Avec le Sedum......	0,16	»	»	»	0,50
Avec le Corylus.....	0,22	»	»	»	0,77

» Les nombres obtenus en présence de l'oxygène sont donc bien supérieurs, doubles, triples, etc. Mais la comparaison devient plus intéressante, en la faisant porter sur l'oxygène absorbé. En effet, s'il était permis d'admettre que les poids d'acide carbonique formés dans l'hydrogène auraient également pris naissance dans l'oxygène par les mêmes réactions, exercées d'une façon indépendante, il en résulterait d'abord la connaissance des poids d'acide carbonique formés sous une influence purement oxydante; soit

Avec le blé.....	0,19	répondant à	0,14	d'oxygène;	p. 100 du poids de la mat. sèche.
Avec le Sedum..	0,34	»	0,25	»	»
Avec le Corylus.	0,55	»	0,40	»	»

et il resterait un excès d'oxygène absorbé par les principes immédiats de la plante, sans production d'acide carbonique, tel que

Pour le blé..................	0,24 pour 100 de la matière sèche.		
Pour le Sedum..............	0,11	»	»
Pour le Corylus.............	0,49	»	»

» On remarquera que la feuille du *Corylus avellana*, la moins riche en eau des trois espèces envisagées à l'état vivant, est en même temps celle dont les principes immédiats sont les plus oxydables; tandis que les feuilles du *Sedum*, où l'eau abonde le plus, sont les moins oxydables : opposition qui se retrouve dans les phénomènes physiologiques.

» Ces doses d'oxygène deviendraient bien plus considérables, si nous envisagions la totalité de l'acide carbonique, susceptible d'être dégagé au sein de l'hydrogène au bout d'un temps plus long : notre calcul fournit donc pour l'oxygène absorbé sans compensation des nombres minimum. Sans doute, il n'est pas possible d'isoler aussi rigoureusement ces divers effets. Cependant les chiffres précédents donnent au moins une idée de leur rôle respectif dans les métamorphoses purement chimiques de la feuille; et il est indispensable d'en tenir compte dans l'étude des réactions chimico-biologiques, où l'on a la coutume d'établir des calculs et des comparaisons semblables : telles, par exemple, que celles que l'on attribue à la respiration des végétaux vivants. L'absorption de l'oxygène et la production de l'acide carbonique ne présentent pas, chez ces êtres, la corrélation nécessaire qui existe dans les animaux supérieurs, où la nutrition et la respiration constituent un cycle dans lequel, à l'état normal, l'être

reprend un état final sensiblement identique à son état initial. Il en est tout autrement dans les végétaux, tant en raison de la fonction chlorophyllienne, de signe contraire à la respiration, que de ce fait que les produits de réduction et d'oxydation peuvent s'accumuler, indépendamment de l'acide carbonique exhalé. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Remarques sur une Note de M.* Dunér, *intitulée : « Y a-t-il de l'oxygène dans l'atmosphère du Soleil? »* [1]; par M. **J. Janssen**.

« Dans cette Note, le savant directeur de l'observatoire d'Upsal cherche à établir que la question complexe de la présence de l'oxygène dans les enveloppes gazeuses du Soleil peut être considérée comme résolue par les observations qne l'auteur a faites au cours de ses recherches sur la rotation du Soleil.

» Je dois dire ici que, malheureusement, je ne partage pas cette opinion. J'ai été conduit, en effet, par des études longues et approfondies de la question, à reconnaître l'insuffisance de la méthode, admirable d'ailleurs, du déplacement des raies, pour donner une solution du problème. Si la question de la présence ou de l'absence du métalloïde oxygène dans les atmosphères solaires pouvait être résolue par une simple expérience de balancement de raies, il serait bien inutile de se livrer à des observations longues et pénibles, tant à la surface de la Terre avec des tubes pleins d'oxygène à des pressions variées, qu'en de hautes stations.

» La distinction de l'origine solaire ou terrestre d'une ligne du spectre en s'appuyant sur le changement de réfrangibilité dû à la rotation du Soleil a été faite pour la première fois par Thollon. Elle a constitué alors une des preuves les plus décisives de la réalité du principe énoncé d'abord par Döppler, mais qui, entre les mains de M. Fizeau, est devenue une admirable méthode de constatation et de mesure des mouvements célestes. En 1884 M. Cornu a donné à cette méthode, pour distinguer l'origine solaire ou terrestre d'une raie du spectre, une forme extrêmement élégante par un dispositif qui amène dans la raie d'origine solaire une sorte de balancement qui permet une distinction immédiate avec les raies fixes d'origine tellurique ou terrestre.

» M. Dunér, dans ses importantes recherches sur la rotation du Soleil, qui sont très postérieures à ces travaux, n'a pu certainement que les confirmer.

---

[1] Séance du 26 décembre 1893.

» Mais il faut remarquer maintenant que, si la distinction entre une raie obscure d'origine exclusivement solaire et une autre due entièrement à l'atmosphère terrestre peut être obtenue en effet avec sécurité par la méthode du balancement ou du déplacement des raies, parce que le phénomène se présente alors dans toute sa simplicité, il n'en est plus de même si la raie est due à la fois aux deux atmosphères solaire et terrestre : on peut craindre alors que le déplacement de la partie de la raie d'origine solaire ne soit marqué par la largeur de la partie fixe d'origine tellurique; et quand il s'agit de l'oxygène, cela est d'autant plus à redouter que nous savons aujourd'hui que l'action de l'atmosphère terrestre donne aux raies de l'oxygène une très grande intensité et dès lors que, si une action solaire pouvait exister, elle ne pourrait être que très faible.

» Mais le phénomène est encore plus complexe, car la question de l'oxygène solaire vise nécessairement aussi l'atmosphère coronale et nous savons que cette atmosphère est le siège de mouvements violents, mais très mal connus. Or, si des raies obscures prenaient naissance dans cette atmosphère, les phénomènes du changement de réfrangibilité dus aux mouvements de la source seraient nécessairement sous la dépendance de ces mouvements et pourraient modifier dans une mesure inconnue l'effet de la rotation probable de cette atmosphère coronale.

» On voit combien la question est complexe et combien la méthode qui s'appuie sur le déplacement des raies est insuffisante pour la résoudre. Ce sont ces considérations qui m'ont fait aborder la question par une autre face.

» J'ai pensé qu'il fallait tout d'abord faire la part de l'atmosphère terrestre et n'aborder le phénomène solaire que lorsque cette première partie de la question serait bien élucidée.

» L'installation qui existe à l'observatoire de Meudon permit une expérience absolument décisive sur l'origine des groupes de raies de l'oxygène dans le spectre solaire. On a introduit dans le tube d'acier doublé de cuivre rouge de 60^m de long de l'oxygène à 28 atmosphères de pression. C'est la quantité qui représente celle qui est contenue dans l'atmosphère terrestre par rapport à un rayon zénithal, et l'on a constaté avec une source puissante de lumière électrique que les groupes A, B notamment y prenaient une intensité comparable à celle de ces groupes dans le spectre solaire, en été quand l'astre est très élevé. Il y a là un phénomène où l'on n'a à juger que de l'égalité de deux effets, ce qui constitue les conditions les plus favorables que l'on puisse réaliser dans des recherches de ce genre.

» Cette expérience avait été faite sous une autre forme en 1889, à l'aide d'une lumière électrique puissante installée au sommet de la tour Eiffel.

Entre la tour et l'observatoire de Meudon, la couche d'air interposée représente juste la valeur, comme effet d'absorption, de l'atmosphère terrestre. Ici encore on put juger de l'égalité très sensible des effets avec le spectre solaire.

» En 1888, aux Grands-Mulets, j'ai abordé la question sous une autre forme : il s'agissait d'étudier le décroissement d'intensité des groupes en question avec la hauteur de la station.

» Cette observation, déjà concluante, fut reprise en 1890 aux Bosses-du-Dromadaire, et tout dernièrement au sommet du mont Blanc, avec un grand spectroscope à réseaux donnant avec une grande perfection les lignes élémentaires des groupes A, B, α; on en connaît les résultats.

» Je crois qu'il résulte de ces recherches que l'atmosphère terrestre peut être considérée comme seule cause de la présence des groupes oxygéniques dans le spectre solaire et que cette première partie de la question ne pouvait être résolue que par l'étude de l'atmosphère terrestre où les phénomènes nous sont absolument connus. On peut donc dire que les enveloppes gazeuses du Soleil ne contiennent pas d'oxygène, tout au moins à l'état où il serait capable de donner par absorption les phénomènes que nous lui voyons produire dans nos tubes et dans l'atmosphère terrestre.

» Il faut maintenant aborder le Soleil considéré en lui-même, et c'est ce que j'ai commencé à faire en examinant le spectre de l'oxygène porté à haute température. Je rendrai compte de ce nouveau travail à l'Académie.

» En résumé, la méthode qui a servi à M. Dunér dans ses importantes recherches sur la rotation du Soleil, recherches dans lesquelles du reste l'auteur ne s'était pas proposé la question de la présence de l'oxygène dans le Soleil, ne peut être, à mes yeux, considérée comme pouvant élucider à elle seule la question complexe qui fait l'objet de cette Note. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Conclusions relatives au parage des claires et aux causes du verdissement des Huîtres;* par MM. **Ad. Chatin** et **A. Müntz** [1].

« Rappelons que le parage consiste à mettre à sec les claires, de mai à juillet, et à donner, dans cet intervalle, quelques labours ou binages ayant pour résultat d'aérer le sol. On voit alors ce sol passer de la couleur noir-vert à une teinte ferrugineuse ou ocracée prononcée.

» Que s'est-il passé? Des phénomènes d'oxydation à la suite desquels

(1) Séance du 2 janvier, p. 17 de ce Volume.

le sulfure (dans une vase des Sables-d'Olonne on a dosé 1,060 d'hydrogène sulfuré, et 1,085 à Marennes) et le protoxyde de noir de fer ont disparu, remplacés par de l'oxyde rouge de fer et des sulfates ferreux et calcique. En même temps, l'ammoniaque qui entrait dans une vase de Marennes (claires Auguste Maurin) pour 0,075 pour 100, sans trace de nitrates, a disparu pour faire place à des nitrates et à des nitrites.

» On se rend bien compte de la marche et des effets du parage, en remplissant un flacon de la vase noire des Huîtrières. Déjà, au bout de quelques heures, la surface en contact avec l'air prend une légère teinte ocracée, qui gagne de proche en proche, en s'accentuant, le fond du flacon.

» Si, dans cette expérience, on renouvelle les surfaces par un labour imité du parage, la coloration ocracée s'étend rapidement.

» Les phénomènes d'oxydation n'ont pas lieu seulement par le transport de l'oxygène libre sous l'influence des microrganismes, un autre mode d'oxydation se produit que nous avons pu observer très nettement au laboratoire; il est dû à de petites Algues vertes, végétaux à chlorophylle qui, par l'action de la lumière, dégagent l'oxygène de l'acide carbonique par elles absorbé, oxygène d'autant plus actif qu'il est à l'état naissant. Le phénomène est rendu sensible par l'introduction de vases noires dans un flacon à quatre faces dont une face seule est exposée à la lumière solaire. On voit alors simultanément se multiplier les Algues vertes et l'oxydation se manifester par l'apparition de la teinte d'ocre autour d'elles, ce qui pourrait faire croire, mais non sans exagération, que le parage n'est qu'une culture d'Algues.

» Si les études chimiques qui viennent d'être exposées éclairent quelques points de la question du verdissement et de celle, plus générale, des colorations diverses que les Huîtres peuvent offrir, il faut reconnaître qu'elles n'en donnent pas la solution, laissant ainsi une large part aux recherches des naturalistes. Quoi qu'il puisse advenir de ces dernières, voici, résumés, les principaux faits chimiques acquis dans cette Note et la précédente :

» 1° La couleur verte des Huîtres n'est pas due à la chlorophylle (Berthelot).

» 2° Le fer se localise surtout dans les papilles branchiales, siège de la coloration dans les Huîtres tant vertes que brunâtres; sa proportion croît avec l'intensité de la coloration.

» 3° La vase noire des claires et parcs à Huîtres doit sa couleur au sulfure et au protoxyde de fer; c'est un milieu réducteur assez riche en ammoniaque, sans traces de nitrates ni de nitrites.

» 4° Le parage a pour résultat de changer, par oxydation, la vase noire en vase de couleur ocracée, dans laquelle le sulfure et le protoxyde de fer

sont remplacés par le sesquioxyde de fer et des sulfates; l'ammoniaque, par des nitrates et des nitrites.

» 5° L'oxydation n'est pas due seulement à des microrganismes, mais à de petites Algues vertes qui émettent de l'oxygène naissant.

» 6° Le sulfate de chaux est en très forte proportion dans la terre des huîtrières, le carbonate peut manquer.

» 7° L'acide phosphorique est dans la proportion de 1 à 2 pour 1000 comme dans les bonnes terres arables.

» 8° La proportion de l'azote, ordinairement de 1 à 1,5, a été trouvée de 7,55 dans le vivier expérimental de Roscoff, dont la vase était imprégnée, à la faveur du *moussin* (Algues filamenteuses), d'un grand nombre d'animalcules microscopiques. »

RAPPORTS.

PHYSIQUE. — *Rapport verbal sur une réclamation de priorité formulée par M.* Ulrich Dühring, *concernant une loi relative aux vapeurs saturées.*

(Commissaires : MM. Fizeau, Sarrau; Cornu, rapporteur.)

« Dans la séance du 27 novembre 1893, M. U. Dühring a réclamé la priorité de l'énoncé d'une loi sur les vapeurs saturées, indiquée et vérifiée par M. Edmond Colot (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 653). La Commission a reconnu qu'effectivement cette loi avait déjà été énoncée par M. U. Dühring, notamment dans les *Comptes rendus*, t. XCI, p. 980. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte que la Science vient de faire dans la personne de M. *Hertz* (*Heinrich-Rudolf*), professeur de Physique à l'Université de Bonn, décédé le 1er janvier 1894, dans sa trente-septième année.

L'Académie avait décerné, en 1889, le prix L. La Caze aux travaux de M. Hertz sur l'électricité.

MM. **Tourneux**, **Sauvageau**, **Coquillon**, **Laulanié**, **Marvaux**, **Berbe-**

RICH, **ASAPH HALL**, **G. ROBIN** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur les expressions approchées des termes d'ordre élevé dans le développement de la fonction perturbatrice.* Note de M. **N. COCULESCO**, présentée par M. Tisserand.

« Dans ses recherches sur le développement approché de la fonction perturbatrice, M. Hamy (1) a obtenu, dans quelques cas particuliers, de remarquables expressions asymptotiques des inégalités d'ordre élevé. Ses résultats sont extrêmement intéressants, dans le cas particulier de deux planètes se mouvant dans un même plan, l'orbite de la planète extérieure étant supposée circulaire.

» En nous plaçant dans un cas analogue, moins général cependant que celui de M. Hamy, nous avons trouvé, de notre côté, en suivant la méthode de M. Poincaré (2), l'expression approchée des termes d'ordre élevé dans le développement de la fonction perturbatrice. C'est cette expression que nous nous proposons de donner dans la présente Note. Notre cas, du reste, est celui considéré par M. Poincaré, que nous avons repris et développé, dans l'espoir de pouvoir pousser plus loin ses belles recherches.

» Considérons, avec M. Poincaré, la partie principale F_1^0 de la fonction perturbatrice développée, en fonction des deux anomalies moyennes, sous la forme

$$F_1^0 = \sum A_{m,m'} e^{\sqrt{-1}(ml+m'l')},$$

$m = an + b$, $m' = cn + d$; a, b, c, d finies, n un nombre entier très grand, $\frac{c}{a}$ négatif et voisin du rapport des moyens mouvements. $A_{m,m'}$ le coefficient du terme dont il s'agit de chercher l'expression approchée.

» On a

$$(\alpha) \qquad A_{m,m'} = \frac{1}{4\pi^2}\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi} F_1^0 e^{-\sqrt{-1}(ml+m'l')}\, dl\, dl'.$$

(1) HAMY, *Comptes rendus*, t. CXV et CXVII, et aussi *Bulletin astr.*, t. X.

(2) POINCARÉ, *les Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste*, et *Comptes rendus*, t. CXII.

» Si l'on y fait

$$e^{\sqrt{-1}\,l} = t^c, \qquad e^{\sqrt{-1}\,l'} = t^{-a} z^{\frac{1}{c}},$$

et en posant

$$F(z, t) = F_1^0 t^{ad-bc-1} z^{-\frac{d}{c}},$$

on trouve

$$A_{m,m'} = \frac{1}{2i\pi} \int_{|z|=1} z^{-n-1}\, dz \frac{1}{2i\pi} \int_{|t|=1} F(z, t)\, dt,$$

les intégrales étant, cette fois, prises respectivement le long des circonférences $|z| = 1$ et $|t| = 1$.

» Posons encore

$$\Phi(z) = \frac{1}{2i\pi} \int_{|t|=1} F(z, t)\, dt.$$

Nous aurons finalement

$$(\beta) \qquad A_{m,m'} = \frac{1}{2i\pi} \int z^{-n-1}\, \Phi(z)\, dz.$$

» Supposons, maintenant, que $\Phi(z)$ puisse se développer, en une double série, sous la forme,

$$(I) \qquad \Phi(z) = \sum a_n z^{\nu} + \sum a_{-n} z^{-n}.$$

» En remplaçant ce développement dans l'expression (β) de $A_{m,m'}$ et en remarquant que toutes les intégrales telles que

$$\int z^{-n-1} z^{\nu}\, dz$$

sont nulles, sauf celle qui correspond à $\nu = n$ qui est égale à $2i\pi$, on trouve

$$(\gamma) \qquad A_{m,m'} = a_n.$$

» Le problème se ramène ainsi à la recherche de l'expression approchée de a_n, c'est-à-dire à la recherche des *singularités* de $\Phi(z)$.

» Les points singuliers de $\Phi(z)$ sont les racines du système d'équations

$$\Delta = 0,$$
$$\frac{d\Delta}{dt} = 0,$$

Δ étant le carré de la distance des planètes.

» Ces équations sont algébriques par rapport à des variables convena-

blement choisies et leurs racines réelles dans le cas considéré. Les points singuliers obtenus sont au nombre de six couples, de deux points singuliers réciproques chacun. Une discussion assez délicate fera voir qu'un seul des six couples est admissible, les coordonnées des deux points étant les suivantes

$$\text{(D)} \qquad \begin{cases} x = \tau \dfrac{-(c-2a)-\sqrt{c(c-8a)}}{2(a+c)}, \\ y = \dfrac{(x-\tau)^2}{\beta(1+\tau^2)x}; \end{cases}$$

$$\text{(D')} \qquad \begin{cases} x = \dfrac{-(c-2a)+\sqrt{c(c-8a)}}{2a\tau}, \\ y = \dfrac{\beta(1+\tau^2)x}{(1-x\tau)^2}. \end{cases}$$

$\tau = \operatorname{tang}\frac{\varphi}{2}$, $\sin\varphi = e$ (l'excentricité supposée assez petite).

» Les modules des points D et D' définissent respectivement les rayons des deux cercles concentriques, qui limitent l'aire à l'intérieur de laquelle $\Phi(z)$ se développera en série de Laurent (I).

» Quant au développement de $\Phi(z)$ dans le voisinage du point singulier $z = z_0$ (D ou D'), on trouve qu'il est de la forme suivante

$$\text{(II)} \qquad \Phi(z) = \Psi(z) + G(z)\log(z - z_0),$$

$\Psi(z)$ et $G(z)$ étant holomorphes en ce point.

» En appliquant, maintenant, au développement (II) le beau théorème de M. Darboux [1], étendu par M. Flamme [2], on arrive à l'expression suivante

$$(\delta) \qquad A_{m,m'} = i\frac{\sqrt{2}}{\pi}\,\frac{1}{n}P(x_0, y_0)(1+\varepsilon),$$

ε étant très petit pour des valeurs très grandes de n, et $P(x_0, y_0)$ ayant pour expression

$$P(x, y_0) = \frac{\left(1+\frac{1}{2}\tau^2\right)x_0^{-(an+b)}\,y_0^{-(cn+d)}\,e^{-(an+b)\frac{\tau}{1+\tau^2}\left(\frac{1}{x_0}-x_0\right)}}{\sqrt{\begin{gathered}\left[(x_0^2+1)(1+\tau^2)-4\tau x_0-(x_0^2-1)-2\beta(1+\tau^2)\dfrac{x_0}{y_0}\right] \\ \times\left\{\begin{gathered}\dfrac{cx_0}{2}(1+\tau^2)\dfrac{(1+\tau^2)(x_0^2+1)+(x_0^2-1)}{[x_0(1+\tau^2)-\tau(x_0^2+1)]^2}-\dfrac{c}{2}\,\dfrac{(x_0^2-1)(1+\tau^2)+(x_0^2+1)}{x_0(1+\tau^2)-\tau(x_0^2+1)} \\ -\dfrac{c}{2}\,\dfrac{(x_0^2-1)(1+\tau^2)+(x_0^2+1)}{\tau(x_0^2+1)}-\beta a(1+a)y_0\end{gathered}\right\}\end{gathered}}},$$

(1) Darboux, *Mémoire sur l'approximation des fonctions de très grands nombres* (*Journal de Mathématiques*, 1878).

(2) Flamme, *Thèse inaugurale;* Gauthier-Villars, 1887.

$\beta = L'^2 L^{-2} > 1$, le rapport des demi grands axes et x_0, y_0 les coordonnées du point D′. Quant à la détermination qu'il faudra prendre, il suffira de remarquer que, l'argument étant compris entre $\frac{\pi}{2}$ et $\frac{3\pi}{4}$, la partie réelle du radical est < 0 et la partie imaginaire > 0. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'influence qu'exercent les taches solaires sur la quantité de chaleur reçue par la Terre.* Note de M. **R. Savélief.**

« La période que nous venons de traverser a été remarquable par l'abondance des taches solaires; on sait que leur périodicité concorde sensiblement avec celle des perturbations magnétiques et des manifestations électriques, telles que les aurores boréales et les courants telluriques, c'est-à-dire des orages magnétiques; en est-il de même de l'intensité calorifique de la radiation solaire, et celle-ci est-elle affectée d'une périodicité analogue?

» Je me suis proposé de jeter quelque lumière sur cette question, en discutant les nombreuses observations que j'ai faites d'une manière continue à Kieff, depuis le mois de juin 1890 jusqu'à ce jour, au moyen de l'actinographe de M. Crova, et en les comparant avec celles que M. Wolf a faites à l'observatoire de Zurich sur la fréquence des taches solaires (¹).

» J'ai eu d'abord recours aux déterminations de la constante solaire; malheureusement, dans le cours du dernier hiver, je n'ai obtenu aucune courbe absolument symétrique; aussi ai-je limité mes comparaisons aux résultats obtenus dans trois journées seulement dont j'ai publié les observations (²).

Dates.	Constante solaire.	Nombre de taches solaires.
28 décembre 1890	3,47	0
10 novembre 1891	3,54	40
25 février 1892	3,54	35

» La constante solaire ne pouvant être calculée que par extrapolation, sa valeur est, dans une certaine mesure, sujette à discussion; aussi serait-il prématuré d'affirmer que la constante solaire augmente avec l'accroisse-

(¹) *Meteorologischen Zeitschrift.*

(²) *Comptes rendus,* 25 mai 1891, et *Annales de Chimie et de Physique,* avril 1892 et 1893.

ment de l'activité de la surface solaire, caractérisée par la fréquence des taches observées à sa surface.

» D'autre part, j'ai calculé, pour l'été (juin-juillet-août) et pour l'automne (septembre-octobre-novembre), la quantité moyenne de chaleur reçue sur 1^{cq} de surface horizontale du sol en un jour, et pendant une heure de radiation solaire; j'ai ainsi obtenu le Tableau suivant :

		Quantité moyenne de chaleur solaire reçue		Quantité de taches solaires.
		en un jour.	en une heure.	
		cal	cal	
Été	1890..........	280	29,8	6,8
»	1891..........	322	34,2	46,8
»	1892..........	317	36,0	85,7
Automne	1890..........	59	22,0	11,7
»	1891..........	154	25,2	47,8
»	1892..........	103	21,2	68,0

» Quoique la chaleur reçue à la surface du sol dépende, non seulement de l'intensité calorifique de la radiation solaire aux limites de l'atmosphère, c'est-à-dire de la constante solaire, mais aussi du coefficient de transparence calorifique de l'atmosphère, il est à remarquer que cette dernière cause de variation est bien atténuée, puisque chacun des nombres de la Table ci-dessus est la moyenne de quatre-vingt-dix journées.

» Aussi me paraît-il que la concordance des résultats obtenus par cette seconde méthode et de ceux que j'ai déduits de la constante solaire permet d'admettre, avec une grande probabilité, que l'intensité calorifique de la radiation solaire augmente avec l'activité des phénomènes qui se produisent à la surface du Soleil, celle-ci étant caractérisée par l'accroissement du nombre des taches.

» Une seule anomalie se manifeste, dans l'automne de 1892; encore s'expliquerait-elle si l'on admettait que l'intensité de la radiation augmente moins avec le nombre absolu des taches qu'avec la rapidité de leur évolution ou même est immédiatement consécutive à leur diminution. Cette discussion a été limitée aux observations faites jusqu'au mois d'avril 1893; elle me paraît être d'un assez grand intérêt pour que je croie utile de l'étendre à une plus longue période. »

THERMODYNAMIQUE. — *Thermodynamique des gaz; approximations comparées de la loi de Joule et des lois de Mariotte et de Gay-Lussac.* Note de M. **Jules Andrade.**

« La température absolue T et l'énergie interne U d'un gaz sous pression p dans le volume v peuvent, comme on sait, s'exprimer par quatre variables physiques, définies dans l'échelle des températures expérimentales où θ désigne la température correspondante de T. Ces quatre variables sont :

C, la chaleur spécifique sous pression constante;
c, la chaleur spécifique du gaz en volume constant;
α, le coefficient de dilatation relative, sous pression constante;
β, le coefficient d'accroissement relatif de pression, en volume constant.

» Les principes de Mayer et de Carnot donnent alors les formules

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} &\mathrm{T} = \mathrm{T}_0\, e^{\int_{\theta_0}^{\theta} \frac{p v \alpha\beta}{\mathrm{E}(\mathrm{C}-c)} d\theta},\\ &\frac{\partial \mathrm{U}}{\partial v} = \frac{\mathrm{C}-c}{\alpha v} - \mathrm{A}p,\\ &\frac{\partial \mathrm{U}}{\partial \theta} = c,\end{aligned}\right.$$

où A désigne l'inverse de l'équivalent mécanique de la chaleur, E.

» Considérons maintenant un gaz semi-parfait, e veux dire un gaz qui obéirait aux lois de Mariotte et de Gay-Lussac : $pv = \mathrm{R}\theta$; nous aurons alors

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} &\mathrm{T} = \mathrm{T}_0\, e^{\int_{\theta_0}^{\theta} \frac{\mathrm{R}}{\mathrm{E}(\mathrm{C}-c)} \frac{d\theta}{\theta}},\\ &\mathrm{U} = \theta\omega \log v + \varphi'(\theta), \qquad \varphi'(\theta) = \frac{d\varphi}{d\theta},\\ &c = (\theta\omega)' \log v + \varphi'(\theta), \qquad (\theta\omega)' = \frac{d(\theta\omega)}{d\theta},\\ &\mathrm{C} = (\theta\omega)' \log v + \varphi'(\theta) + \omega + \mathrm{AR},\\ &\omega = \mathrm{C} - c - \mathrm{AR} = \text{simple fonction de } \theta \text{ qui représente ce qu'on peut appeler l'}\textit{écart de la loi de Mayer}.\end{aligned}\right.$$

» Pour que le gaz supposé semi-parfait soit parfait, ou suive la loi de

Joule, il faut et il suffit que $\omega = 0$; ou, en d'autres termes, que ce gaz suive la loi de Mayer.

» Lorsqu'on sait qu'une des chaleurs spécifiques est une simple fonction de θ, il en sera de même de l'autre, et l'on devra avoir

$$\text{ou bien} \quad \omega = 0, \qquad \text{ou bien} \quad \omega\theta = H,$$

H désignant une constante différente de zéro.

» Dans le premier cas, le gaz suit la loi de Joule, et l'échelle des températures θ n'est pas distincte de l'échelle des températures absolues.

» Dans le second cas, les températures absolues sont liées aux températures θ par la relation

$$\frac{T}{T_0} = \frac{H + R\theta}{H + R\theta_0}.$$

» Dans les formules (2) il est naturel de supposer $\omega < 0$; sinon, pour une température donnée, l'énergie interne d'un gaz semi-parfait croîtrait indéfiniment avec l'expansion du gaz; ce résultat paraît assez paradoxal. D'ailleurs l'hypothèse $\omega < 0$ ne m'est pas indispensable: elle me servira seulement à ajouter une probabilité de plus en faveur d'un résultat que je démontrerai directement; je me propose d'établir que les gaz réels, qui suivent à peu près les lois de Mariotte et de Gay-Lussac et la loi de Joule, obéissent à ces lois avec des approximations qui sont tout à fait comparables.

» Ce résultat se laisse déjà entrevoir par le simple rapprochement des expériences de Regnault (C presque constant) et de la première partie de l'expérience de Joule et Thomson sur l'écoulement *lent* des gaz. Dans cette mémorable expérience, on a constaté d'abord qu'un abaissement de température toujours *positif* accompagne toujours la diminution de pression dans un lent courant gazeux, en régime permanent, et cela quel que soit le sens de l'écart qu'il présente à la loi de Mariotte.

» Dans ce phénomène, l'écart de la loi de Joule domine l'écart de la loi de Mariotte. L'approximation de la loi de Joule n'est donc pas d'ordre supérieur à l'ordre d'approximation de la loi de Mariotte.

» D'autre part, si elle était d'ordre bien inférieur à l'ordre d'approximation des lois de Mariotte et de Gay-Lussac, les formules (2) pourraient être employées. Mais les expériences de Regnault n'ont révélé aucune variation sensible de C avec la pression. Donc, puisque ω n'est pas nul, étant de l'ordre de l'écart de la loi de Joule, nous pouvons conclure que :

ou bien $\omega\theta = \text{const.}$, ou bien la loi de Joule a une approximation comparable à celle des lois de Mariotte et de Gay-Lussac.

» Nous pourrons conclure plus nettement encore, en invoquant la deuxième partie de l'expérience de Joule et Thomson.

» La variation $d\theta$ de température est liée à la variation de pression dp par la formule expérimentale

$$(3) \qquad d\theta = K\frac{dp}{\theta^2},$$

K désignant une quantité *positive, qui varie peu avec les conditions de l'expérience.*

» Cette seule indication nous suffira.

» L'équation qui règle l'écoulement *lent* d'un gaz réel est

$$(4) \qquad U + Apv = \text{const.}$$

» En la différentiant, nous pourrons éliminer dp par la relation (3), pourvu que nous connaissions la forme de la fonction U.

» Mais, si nous supposons pour un moment que, des trois lois *approchées* de Mariotte, Gay-Lussac et Joule, cette dernière soit de beaucoup la moins approchée, nous pourrions adopter la valeur U des équations (2) et la formule $pv = R\theta$. Le calcul ci-dessus défini donne alors cette valeur de K

$$(5) \qquad K = \frac{\omega v \theta^2}{R[(\omega\theta)'\log v + \varphi'(\theta) + AR + \omega]} = \frac{\omega v \theta^2}{RC}.$$

» Or ce résultat présente :

» 1° Une contradiction avec l'expérience de Joule et Thomson, puisqu'il suffirait, dans cette expérience, *de diminuer de moitié la pression pour doubler la valeur de* K ;

» 2° Une contradiction avec l'hypothèse très vraisemblable signalée plus haut : $\omega < 0$.

» L'emploi des formules (2) ne saurait donc être légitime.

» Donc, *la loi de Joule et la double loi de Mariotte et Gay-Lussac ont des écarts de même ordre.* »

MAGNÉTISME. — *Loi de l'aimantation du fer doux.* Note de M. P. **Joubin**, présentée par M. Mascart.

« Les phénomènes d'aimantation du fer n'ont pu encore être représentés que par des expressions empiriques et approximatives; c'est ainsi, par exemple, que la formule bien connue et souvent employée de Frölich n'indique pas que la susceptibilité magnétique passe par un maximum, circonstance cependant fort importante.

» 1° Soient I l'intensité d'aimantation, H le champ, K la susceptibilité, définie par la relation $I = KH$. Pour trouver une autre relation liant ces trois grandeurs, il suffit, à l'exemple de Rowland, de tracer une courbe en prenant pour coordonnées non pas I et H, mais bien I (ordonnée) et K (ou $4\pi K$) (abscisses). A chaque valeur de K correspondent deux valeurs de I et le milieu de chaque corde se trouve sur une droite très peu inclinée sur l'axe des abscisses et dont le coefficient angulaire est négatif. Cette courbe est exactement une parabole (sauf au voisinage de l'axe des ordonnées), comme l'a reconnu Rowland, qui cependant la représente par une fonction sinusoïdale. C'est ainsi que l'équation

$$I = 660 - 0,078.4\pi K \pm 14,53\sqrt{2336 - 4\pi K}$$

représente exactement l'état magnétique d'un fer étudié par Bosanquet, comme le montre le Tableau suivant. Cet exemple est pris au hasard parmi beaucoup d'autres :

		I	
H.	4πK.	calculé.	observé.
0,2	629	12	10
0,5	753	25	30
1	1448	115	115
2	2281	375	363
5	1979	779	788
10	1301	1028	1035
20	744,5	1183	1183.
50	323,3	1287	1286
100	170,5	1322	1356

» 2° L'aspect général de ces courbes rappelle, d'une façon frappante, les courbes qui donnent les densités des fluides saturés en fonction de la température (MM. Cailletet et Mathias). A chaque valeur de la susceptibi-

lité (qui remplace la température) correspondent deux valeurs de l'intensité d'aimantation (ou densité superficielle) qui se rapprochent lorsqu'on fait croître K, et se confondent au *point critique*. L'intensité maximum I_m est à peu près égale à trois fois l'intensité critique I_c; en effet, dans l'exemple précédent, $I_c = 478$ et $I_m = 1400$, dont le tiers est 467. Or, cette propriété des fluides ordinaires peut se déduire de l'équation de Van der Waals; on est ainsi conduit à se demander si l'on peut rapprocher les propriétés magnétiques de celles que possèdent les fluides.

» 3° A l'exemple de Faraday, considérons le champ comme occupé par des tubes de force dont la section σ en chaque point soit en raison inverse du champ, $\sigma H = 1$. Autrement dit, au lieu de représenter l'intensité du champ par le nombre de lignes de force par unité de surface, définissons-le par la section du tube unité. Le coefficient K peut s'écrire $I\sigma$; c'est la quantité de magnétisme contenue dans la section du tube unité, de même que la température est la quantité de chaleur contenue dans l'unité de volume d'un gaz.

» *Il existe entre la densité superficielle* I *et la susceptibilité* K *la même relation qu'entre la densité cubique d et la température* T *d'un fluide,* relation exprimée par la formule de Van der Waals.

» Soit, en effet, un fluide obéissant à cette loi

$$p = \frac{RT}{v - \alpha} - \frac{c}{v^2}.$$

S'il est gazeux et très éloigné de son point de saturation, il suit sensiblement la loi de Mariotte, et l'on peut écrire $pv = RT$, d'où l'on déduit la loi approchée de sa dilatation

$$c\,\frac{v - \alpha}{\alpha v} = RT.$$

» La dilatation de l'unité de volume est proportionnelle à la température absolue. Cette expression nous conduit à la loi de Frölich.

» Supposons, en effet, qu'on puisse appliquer aux phénomènes magnétiques la même équation, où nous remplacerons α par $\frac{1}{I_m}$, T par K et v par $\frac{1}{I}$, nous aurons

$$p = \frac{RKII_m}{I_m - I} - cI^2.$$

» En admettant, conformément à la démonstration bien connue, que

la pression exercée contre le milieu extérieur sur la surface σ soit proportionnelle à $I^2\sigma$, c'est-à-dire à KI, on reconnaît qu'écrire la relation $p = RKI$, c'est exprimer une loi analogue à la loi de Mariotte. On en déduit

$$RI^2\sigma = \frac{RI^2\sigma I_m}{I_m - I} - cI^2;$$

d'où

$$\sigma = \frac{1}{H} = \frac{c}{R}\,\frac{I_m - I}{II_m}.$$

C'est la formule de Frölich.

» Or cette formule convient fort bien aux corps faiblement magnétiques; on en conclura que, dans ce cas, la pression p est correctement évaluée; au contraire, elle ne convient pas aux corps fortement magnétiques, pour lesquels la valeur de la pression p est donnée par le second membre de la formule de Van der Waals. D'après les propriétés connues de cette équation, la pression correspondant aux deux valeurs de I, se rapportant à une même susceptibilité K, est la même.

» 4° Pour un fluide, à mesure que la température T décroît, la densité de la vapeur saturée décroît en même temps que sa tension : à la température où la densité devient nulle, la tension est nulle aussi. Le second membre de l'équation de Van der Waals s'annule donc, et l'on en déduit la valeur de la densité du liquide sous la pression nulle de sa vapeur saturée.

» Appliquons le même procédé à l'exemple cité plus haut.

» La parabole coupe l'axe des abscisses au point $4\pi K = 516$; la valeur correspondante de I donnée par l'équation de Van der Waals est $I = 1260$. La mesure directe sur la parabole donne 1250. C'est une coïncidence presque absolue.

» 5° A partir de ce point, l'équation de Van der Waals ne peut plus représenter le phénomène, car le fluide ne peut plus exister à l'état liquide; il y a changement d'état, et la courbe représentative change brusquement. Or il en est de même pour le magnétisme; c'est à partir de ce point que la courbe n'est plus parabolique. Il y a un changement d'état correspondant au passage de l'état liquide à l'état solide.

» En résumé, les phénomènes d'aimantation du fer seraient analogues à ceux que présente un fluide saturé et pourraient être calculés par les mêmes formules; je me propose de vérifier si l'on peut trouver expérimentalement une *équation réduite* indépendante du corps aimanté.

» Les corps faiblement magnétiques seraient soumis à des lois analogues à celles des fluides éloignés de leur point de saturation. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier 1894*. Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« *Parc Saint-Maur.* — Les observations magnétiques ont été continuées en 1893, avec les mêmes appareils, et réduites d'après les mêmes méthodes que les années précédentes. Les courbes de variations relevées au magnétographe ont été dépouillées pour toutes les heures, et les zéros vérifiés par des mesures absolues effectuées sur le pilier de la cabane vitrée. De plus, la sensibilité des trois appareils de variations a été vérifiée par des graduations répétées, à quinze jours environ d'intervalle.

» Les valeurs absolues des éléments magnétiques au 1er janvier 1894 résultent de la moyenne des observations horaires obtenues dans les journées des 31 décembre 1893 et 1er janvier 1894, et rapportées à des mesures absolues faites du 27 décembre au 2 janvier.

» La variation séculaire des différents éléments est déduite de la comparaison entre les valeurs suivantes et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1893 ([1]).

Éléments.	Valeurs absolues au 1er janvier 1894.	Variation séculaire en 1893.
Déclinaison	15°.18',0	— 6',3
Inclinaison	65. 6,1	— 2,4
Composante horizontale	0,19624	+ 0,00028
Composante verticale	0,42280	— 6,00017
Force totale	0,46612	— 0,00004

» L'observatoire du Parc Saint-Maur est situé par 0°9′23″ de longitude est, et 48°48′34″ de latitude nord.

» *Perpignan.* — Les observations faites sous la direction de M. le Dr Fines ont donné les résultats suivants :

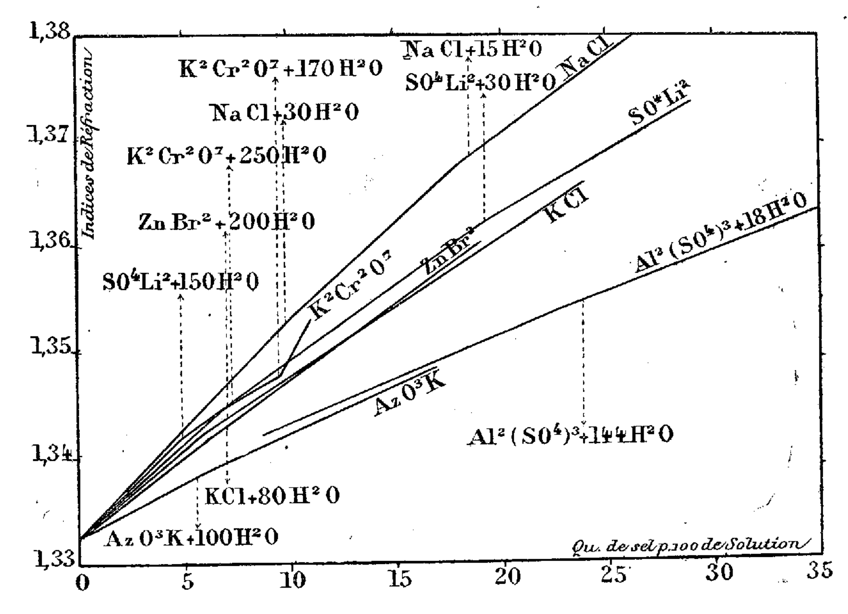
Éléments.	Valeurs absolues au 1er janvier 1894.	Variation séculaire.
Déclinaison	14°. 8',4	— 4',5
Inclinaison	60.10,7	— 2,6
Composante horizontale	0,22320	+ 0,00042
Composante verticale	0,38940	+ 0,00007
Force totale	0,44883	+ 0,00027

([1]) *Comptes rendus,* t. CXVI, p. 57; 1893.

» L'observatoire météorologique et magnétique de Perpignan est situé par 0° 32′ 45″ de longitude, et 42° 42′ 8″ de latitude nord. »

CHIMIE. — *Sur la composition des solutions aqueuses de sels, d'après les indices de réfraction.* Note de M. **Paul Bary**, présentée par M. Schützenberger.

« J'ai eu l'honneur de présenter, il y a quelque temps, à l'Académie (¹), une étude sur les indices de réfraction des solutions salines dans l'eau, qui m'avait conduit expérimentalement à admettre que deux solutions d'un même sel à des concentrations différentes n'étaient pas comparables, puisqu'on obtient, par la dilution ou la concentration, des variations brusques d'indices, qui manifestent la formation de composés nouveaux dans la masse. J'ai donné, à cette époque, les résultats obtenus sur un certain nombre de sels; depuis, les nouveaux corps étudiés ont augmenté cette série et m'ont permis de voir la généralité du phénomène décrit. La figure montre quelques-uns de ces résultats.



» Il résulte de toutes ces expériences que la dissolution n'est pas un

(¹) Paul Bary, *Comptes rendus*, t. CXIV; 4 avril 1892.

phénomène simple et qu'il tient à la fois de la combinaison et du mélange. Afin de montrer cette première conclusion, j'essayerai de détailler les actions qui se passent dans les solutions, sur un exemple :

» En étudiant l'azotate de sodium dans des solutions le contenant en quantités variables depuis 3,9 jusqu'à 38,9 pour 100, on remarque que la courbe représentant les indices de réfraction, en fonction de la quantité de sel contenu dans 100 de solution, est formée de trois droites; la première allant de la concentration 3,9 à 11,59 pour 100 de sel; la seconde de 11,59 à 28,2 pour 100, et la troisième de 28,2 à la saturation. Aux points d'intersection de ces droites, les compositions de la liqueur, qui contient alors 11,59 et 28,2 pour 100 de sel, correspondent aux formules

$$AzO^3Na + 36H^2O \quad \text{et} \quad AzO^3Na + 12H^2O.$$

» Voici comment on doit expliquer ce qui se passe durant la concentration. Lorsque, dans l'eau pure, on ajoute une petite quantité d'azotate de sodium, il se forme la quantité correspondante de l'hydrate à 36 molécules d'eau; cet hydrate, qui est liquide à la température ordinaire, se mélange à l'eau en excès (la droite obtenue dans cette partie de la courbe répond bien, en effet, à la loi des mélanges); plus la quantité de sel ajouté est grande, plus cet hydrate se forme en abondance, jusqu'à ce qu'il ne reste plus d'eau libre. En continuant à augmenter la quantité de sel, l'hydrate à $36H^2O$ se transforme pour donner naissance à l'hydrate à $12H^2O$, jusqu'à ce que celui-ci reste à son tour seul dans la solution. Enfin, dans la troisième phase, l'hydrate à $12H^2O$ perd encore de son eau, pour former un nouvel hydrate dont on ne peut prévoir la formule, puisqu'il ne se trouverait seul dans la solution que pour une concentration supérieure à la saturation.

» On voit donc, d'après ce maximum, qu'*il n'existe jamais en mélange, dans la solution, que deux hydrates au maximum*.

» Mes expériences jusqu'alors avaient été faites sur des solutions relativement concentrées, et il n'était pas possible de prévoir comment ces résultats pouvaient entrer en harmonie avec l'hypothèse de M. Svante Arrhenius sur la dissociation du sel en ses *ions*. Le réfractomètre de M. C. Féry, que j'employais dans ces expériences, ne donne qu'une approximation d'environ 2 ou 3 dix-millièmes sur la valeur de l'indice; je dus employer une méthode beaucoup plus sensible, pour arriver à déterminer les indices de solutions ne contenant plus que $0^{gr},04$ de sel pour 100, alors que les plus étendues auxquelles je m'arrêtais par le réfractomètre en contenaient encore, suivant les corps, de 1^{gr} à 4^{gr}.

» J'ai obtenu cette sensibilité, en mesurant par les interférences la différence de marche entre deux rayons lumineux traversant l'un une cuve d'eau, l'autre une cuve semblable emplie de la solution. Les interférences étaient produites par l'appareil de Jamin, et la différence était corrigée

par un compensateur à lame prismatique, dont on mesurait le déplacement latéral.

» Dans ces conditions, j'ai trouvé pour le chlorure de potassium les nombres indiqués dans le Tableau ci-dessous; la deuxième colonne donne le nombre de grammes de chlorure de potassium contenus dans un litre de solution; la troisième représente les déplacements observés au compensateur pour ramener la frange centrale au croisement des réticules de la lunette.

Numéros. 1.	Grammes par litre. 2.	Déplacements du compensateur observés. 3.	calculés. 4.	Δ. 5.	Indices. 6.	Quantité de sel dissocié pour 100. 7.
1........	0	0	0	0	1,332000	100
2........	0,468	5,9	5,9	0	1,332092	96,3
3........	0,937	11,6	11,7	−0,1	1,332183	93,6
4........	1,250	15,4	15,7	−0,3	1,332242	92,2
5........	2,500	31,0	31,3	−0,3	1,332487	88,5
6........	3,250	40,6	40,7	−0,1	1,332639	88,9
7........	5,000	62,6	62,6	0	1,332985	88,8

» D'après ces chiffres, on voit que la loi représentant les déplacements du compensateur [ou les indices qui leur sont proportionnels (¹)] en fonction des quantités de sel est linéaire. Les colonnes 4 et 5 du Tableau donnent les valeurs calculées des déplacements et les différences Δ avec les valeurs observées, en partant de l'expérience n° 7.

» Cette droite, prolongée jusqu'à la concentration de 1,25 pour 100, donne pour valeur de l'indice 1,33446, qui concorde avec le nombre 1,3343, trouvé dans mes expériences antérieures.

» En résumé, les indices de réfraction suivent, dans cette partie de la courbe, la loi des mélanges. Or nous nous trouvons dans des solutions où les quantités de sel dissocié, d'après M. Arrhénius, sont considérables, ainsi que l'indiquent les chiffres de la dernière colonne du Tableau, tirés des Mémoires de ce savant. Il en résulte donc, en admettant la théorie de M. Arrhénius, que *les sels dissociés se comportent, au point de vue de la réfraction, comme si la dissociation n'existait pas* (²) ».

(¹) Les erreurs provenant des différences de dispersion étant inférieures aux erreurs de mesures.

(²) Ce travail a été fait au Laboratoire de M. Baille, à l'École de Physique et de Chimie industrielles.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur l'action chimique exercée sur le vin par l'*abrastol (*naphtyle sulfate de calcium*). Note de M. **Scheurer-Kestner.**

« Le naphtyle sulfate de calcium a été l'objet d'une remarquable étude thérapeutique de MM. Dujardin-Beaumetz et Stackler ([1]). Ce produit, auquel ils ont donné le nom d'*asaprol*, a été introduit par M. Ivar Bang, avec une dénomination différente (*abrastol*), dans le traitement des vins. Des expériences, poursuivies depuis deux ans, ont consacré son usage pour leur clarification et leur conservation. Il est probable que l'*abrastol* remplacerait avec avantage, au point de vue hygiénique et au point de vue du résultat, le plâtre dont on a dû, quoique à regret, autoriser l'emploi jusqu'à concurrence de 2^{gr} de sulfate de potassium par litre de vin, tandis que quelques centigrammes d'abrastol suffisent pour entraver complètement ses fermentations secondaires ou postérieures, et l'empêcher de *tourner*.

» L'absence de troubles cardiaques ou cérébraux pendant l'administration de l'*asaprol*, son élimination rapide par les urines, la tolérance remarquable de l'organisme pour ce produit ingéré, ont permis de conclure à l'emploi inoffensif de cette substance pour la conservation des vins : 6^{gr} à 10^{gr} par hectolitre suffisent pour assurer ce résultat, alors que l'organisme peut en supporter des doses quotidiennes de cette importance, et pendant une longue période de temps.

» L'emploi de l'abrastol pour le traitement des vins ayant été tour à tour recommandé et combattu, j'ai fait quelques expériences pour rechercher si, comme on l'a dit et publié, il se produit au sein du vin abrastolé des décompositions ou réactions chimiques, de nature à modifier profondément la constitution du naphtyle sulfate de calcium ou abrastol.

» On a prétendu entre autres que l'abrastol, en présence du principe constituant des vins, donnait lieu à la production d'acide sulfurique. Le naphtyle sulfate de calcium, sous l'action de certains acides énergiques, comme l'acide chlorhydrique, par exemple, est, en effet, décomposé et transformé en β-naphtol et acide sulfurique; mais, en présence d'acides plus faibles comme ceux du vin, il n'en est pas de même : ni l'acide tartrique ni l'acide malique ne provoquent cette transformation.

([1]) *Sur un dérivé soluble du β-naphtol* (*Comptes rendus*, 19 juin 1893).

» Avant d'étudier l'action de l'abrastol sur le vin, j'ai préalablement fait une expérience sur la crème de tartre.

» 18gr,8 de crème de tartre, dissous dans 1lit d'eau, ont été additionnés de 54gr d'abrastol; il se forme un précipité de tartrate de calcium, dont une partie reste en dissolution, dans le liquide surnageant qui renferme du sulfate de naphtyle et du naphtyle sulfate de potassium. Le sulfate de naphtyle, grâce à son caractère acide, peut y être dosé à l'aide du tournesol ou de l'orange de diphénylamine; la solution, séparée du tartrate de calcium, ne précipite pas par le chlorure de baryum; elle est donc exempte d'acide sulfurique libre.

» La réaction se fait suivant l'équation

$$\underbrace{C^4H^5O^4\left\langle\begin{matrix}OH\\OK\end{matrix}\right.}_{\text{Crème de tartre.}} + \underbrace{\left.\begin{matrix}C^{10}H^7O.SO^3\\C^{10}H^7O.SO^3\end{matrix}\right\rangle Ca}_{\text{Sulfonaphtylate de calcium.}}$$

$$= \underbrace{C^4H^4O^4\left.\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\rangle Ca}_{\text{Tartrate de calcium.}} + \underbrace{C^{10}H^7O.SO^3K}_{\text{Sulfonaphtylate de potassium.}} + \underbrace{C^{10}H^7O.SO^3.H.}_{\text{Sulfate de naphtyle.}}$$

» Le sulfate de naphtyle, dosé par liqueur titrée, après l'action de la crème de tartre, a donné

Employé à l'état d'*abrastol*	22gr,4
Retrouvé	21gr,6

» *Expériences sur le vin.* — 1lit de vin rouge du Midi a été additionné de 3gr d'abrastol, quantité au moins trente fois plus considérable que celle qui est nécessaire à sa conservation.

» L'acidité totale avant l'addition de l'abrastol correspondait à 4gr,312 SO^4H^2. Immédiatement après, elle descendait à 4,037 et le lendemain elle tombait à 3gr,846, qui correspond à une double décomposition, incomplète encore, mais atteignant 2gr,66 d'abrastol sur les 3gr employés; dans ces conditions, il ne pouvait pas se produire d'acide sulfurique libre; néanmoins, j'ai tenu à en faire la constatation directe.

» 100cc de vin abrastolé ont été évaporés à sec; le résidu a été traité par l'éther et la dissolution éthérée évaporée; le résidu repris par l'eau a donné une solution ne troublant pas le chlorure de baryum.

» La même expérience a été répétée en remplaçant l'éther par son mélange avec de l'alcool; même résultat.

» Comme contrôle, on a opéré de la même manière sur du vin préalablement additionné d'un millième d'acide sulfurique; la solution aqueuse du résidu final troublait fortement le chlorure de baryum.

» On a dosé l'acide sulfurique total dans 500cc de vin pur et de vin abrastolé; sulfate de baryum obtenu :

Avec le vin pur	0gr,488
Avec le vin abrastolé	0gr,486

» Le vin abrastolé ne renferme donc pas trace d'acide sulfurique libre, contrairement à ce qui a été publié. Un travail récent de M. Sanglé-Ferrière (¹) a démontré que la présence de l'abrastol peut être décelée dans le vin, même quand il n'en renferme qu'un quarante-millième, et que la présence de cet antiseptique ne nuit en rien au dosage du sulfate de potasse, fait dans les conditions ordinaires. On peut, par conséquent, procéder aux recherches des substances étrangères additionnées au vin, comme si l'abrastol ne s'y rencontrait pas, fait qui paraît important au point de vue de l'hygiène. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la présence de glandes venimeuses chez les Couleuvres, et la toxicité du sang de ces animaux.* Note de MM. **C. Phisalix** et **G. Bertrand**.

« Fontana (²), le premier, a reconnu que les couleuvres supportent sans danger de nombreuses morsures de vipères, ou l'inoculation sous-cutanée du venin de ce reptile. Nous avons vérifié l'exactitude de cette assertion. En injectant à une couleuvre à collier, de petites dimensions (50^{cm} de long), $0^{gr},005$ de venin sec, dose capable de tuer de quinze à vingt cobayes, nous n'avons constaté aucun effet. Quelle est la cause de cette immunité ? C'est ce que les recherches exposées dans cette Note nous permettent d'établir.

» Il semble difficile d'admettre, au premier abord, que l'immunité naturelle des couleuvres résulte d'une accoutumance au venin, puisque ces serpents, aglyphodontes, sont inoffensifs; cependant, d'après l'explication que nous avons donnée de l'immunité du crapaud et de la vipère relativement à leur propre venin (³), il nous a paru rationnel de rechercher, dans le sang des couleuvres, des substances toxiques analogues à l'échidnine. Nous avons donc étudié la toxicité du sang, en opérant sur deux espèces très communes en France : la couleuvre à collier (*Tropidonotus natrix* Dum. et Bibr.) et la couleuvre vipérine (*Trop. viperinus* Dum. et Bibr.).

» Le sang, extrait aseptiquement du cœur de ces couleuvres, légère-

(¹) *Comptes rendus*, novembre 1893.

(²) *Trattato del veleno della vipera*, p. 81 et suivantes; 1787.

(³) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1080, et t. CXVII, p. 1099.

ment chloroformées, a été injecté à des cobayes, de suite, ou après vingt-quatre heures de repos dans un endroit frais, en n'utilisant que le sérum. Qu'il s'agisse d'une espèce ou d'une autre, du sang entier ou du sérum, les résultats ont été les mêmes.

» *Expérience I.* — Le 20 décembre, à 10^h du matin, on injecte 1^{cc},5 de sérum de couleuvre vipérine dans la cavité péritonéale d'un cobaye femelle du poids de 420^{gr}.

		Température.	Respiration.	Pouls.	Observations.
Avant l'injection, à	9^h.50^m.	38°,9	»	»	
Après l'injection, à	10.10.	37,7	»	»	Aussitôt après l'injection : mouvements nauséeux violents, puis stupeur, immobilité.
»	10.20.	»	120	240	
»	10.28.	36,9	»		
«	10.35.	»	120	à peine perceptible	Le train de derrière est flasque.
»	10.55.	34,8	152	»	L'animal est complètement flasque, ne peut plus se tenir sur ses jambes; gonflement de l'abdomen, à droite; museau et pattes pâles.
»	11.10.	»	136	»	
»	11.30.	31,9	64	»	Secousses agoniques des mâchoires et de la tête.
»	11.45.	30,0	40	»	Absolument affaissé, reste sur le dos quand on l'y met.
Mort à	12. 0.				

» *Autopsie.* — Le cœur est rempli de sang noir et ses parois sont très vascularisées. L'estomac et les intestins sont très congestionnés, avec taches hémorragiques sur la muqueuse stomacale, le gros intestin et l'intestin grêle. Le péritoine est rouge, avec épanchement séro-sanguinolent.

» Les résultats de ces expériences ne diffèrent pas de ceux qui ont été obtenus avec l'échidnine. L'abaissement de température, la parésie progressive aboutissant au collapsus, avec conservation de la sensibilité, l'affaiblissement des battements du cœur, la vaso-dilatation générale accompagnée de congestion des viscères et de suffusions sanguines, en un mot, tous les symptômes sont ceux de l'empoisonnement par le sang ou le venin de vipère. Il existe donc dans le sang de la couleuvre, en quantité au moins aussi grande que dans celui de la vipère, des principes toxiques analogues à l'échidnine; ils sont comme elle insolubles dans l'alcool et très adhérents aux précipités. Mais d'où viennent ces principes? Par quels

organes sont-ils fournis au sang? C'est ce que nous avons essayé de déterminer par l'inoculation successive des extraits organiques des principaux viscères, foie, pancréas, rate, thymus, corps thyroïde et glandes salivaires. Les organes provenant de trois couleuvres ont été broyés dans l'eau glycérinée à 50 pour 100, en observant les précautions ordinaires d'asepsie. Après vingt-quatre heures de macération, les liquides étaient introduits dans la cavité péritonéale de cobayes. Avec les cinq premiers organes, aucun des animaux injectés n'a semblé éprouver de malaise. Il n'en a pas été de même avec les glandes salivaires (glandes labiales supérieures) : elles ont déterminé une envenimation caractéristique.

» *Expérience II.* — Le 20 décembre, à 10^h15, on injecte à un cobaye femelle, pesant 415^{gr}, 2^{cc} de macération dans l'eau glycérinée des glandes labiales supérieures de trois petites couleuvres vipérines, l'un dans la cuisse droite, l'autre dans l'abdomen.

		Température.	Respiration.	Pouls.	Observations.
Avant l'injection, à	$9^h.40^m$.	$38^\circ,8$	»	»	Après l'injection, mouvements nauséux.
Après l'injection, à	10.30.	38,0	»	»	
»	10.42.	37,3	134	226	Train postérieur très affaibli, un peu de stupeur.
»	11.00.	36,3	120		
»	11.35.	35,2	136	Devient imperceptible.	Gonflement de la cuisse, avec teinte violacée de la peau.
»	1.00.	32,9	92	»	
»	2.45.	32,8	104	»	Stupeur, l'animal marche difficilement.
»	4.00.	32,1			
»	5.30.	31,1	132	»	L'animal ne se relève plus quand on le met sur le flanc, il est affaissé et ne peut plus marcher.
»	5.40.	30,0	60	»	Tombe sur le flanc, ne peut plus crier.
»	5.50.	28,0		»	Secousses convulsives agoniques de la tête et des mâchoires.
Mort à	5.55.				

» *Autopsie.* — Au point d'inoculation dans la cuisse, œdème hémorragique qui remonte jusqu'à l'aisselle. Les muscles de la cuisse sont friables et infiltrés de sang noir. Le cœur est distendu, flasque, vascularisé. L'estomac et l'intestin grêle sont très congestionnés. Le foie, les reins, les poumons sont un peu congestionnés; le péritoine est rouge. *Les résultats ont été les mêmes avec une seule paire de glandes d'une grosse couleuvre.*

» Si l'on compare le petit volume des glandes employées dans cette expérience avec les effets obtenus, on voit que leur produit de sécrétion est très actif, d'autant plus qu'il n'y en a pas d'accumulé, comme chez la vipère, dans un réservoir spécial. Les symptômes de l'empoisonnement par ces glandes ressemblent en tous points à ceux déterminés par le sang des mêmes animaux. L'extrait alcoolique s'est montré inactif.

» Il en résulte que les principes toxiques du sang de couleuvre proviennent de la sécrétion interne des glandes labiales supérieures, et que la similitude physiologique et chimique de ces principes avec l'échidnine explique l'immunité de la couleuvre pour le venin de vipère.

» En outre, si l'on considère que la sécrétion interne des glandes labiales supérieures de la couleuvre est aussi active que celle des glandes homologues de la vipère, à en juger par la toxicité du sang, il faut en conclure que la différenciation physiologique de ces organes est beaucoup moins grande qu'on ne l'avait cru jusqu'ici, la modification ayant surtout porté sur les caractères de la sécrétion externe. C'est un nouvel argument en faveur de l'indépendance de ces deux sécrétions. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les nitrates dans les plantes vivantes.* Note de M. **Demoussy**, présentée par M. Dehérain.

« Dans un travail considérable, MM. Berthelot et André ont montré la présence universelle des azotates dans le règne végétal et ont fait ressortir l'importance du rôle que jouent ces substances dans la vie de la plante.

» Une expérience de M. Dehérain, communiquée récemment à l'Académie, est venue confirmer, pour un cas particulièrement intéressant, les faits indiqués par MM. Berthelot et André il y a une dizaine d'années. M. Dehérain a montré que les eaux de drainage écoulées pendant l'hiver des terres en culture étaient infiniment plus pauvres en nitrates que les eaux provenant des terres nues, et il a expliqué cette différence par la présence dans les plantes, et notamment dans les racines, d'une quantité notable de nitrates.

» Il est curieux de constater que les nitrates, si facilement enlevés au sol par les eaux de drainage, persistent en nature dans les racines ou dans les feuilles, malgré leur solubilité et malgré les lavages multiples auxquels

ils sont exposés pendant la pluie ou pendant la filtration des eaux au travers du sol.

» On reconnaît au reste aisément, lorsqu'on lave les racines à l'eau froide pour enlever la terre qui y reste adhérente, que ces lavages n'entraînent pas les nitrates.

» Un pied de pâturin fut lavé à l'eau froide, on sécha une partie de ses racines et l'on y obtint avec le sulfate de diphénylamine la coloration bleue caractéristique des nitrates; on laissa alors pendant deux jours le reste des racines dans 2^{lit} d'eau distillée; après dessiccation, ces racines présentaient encore la réaction caractéristique des nitrates; l'eau froide avait été impuissante à les extraire.

» Si les organes vivants renferment très souvent des nitrates, il n'en est plus ainsi des racines mortes ou des vieilles feuilles cueillies pendant l'hiver; les nitrates ont disparu.

» On constate facilement, en outre, que la plante séchée à 100° cède presque instantanément ses nitrates à l'eau froide; après quelques lavages de courte durée, des racines de pâturin ne donnent plus aucune réaction avec le sulfate de diphénylamine. Il en est de même pour des racines fraîches lavées à l'eau bouillante.

» Ainsi la plante tuée par l'action de la chaleur perd totalement la propriété de retenir les azotates qu'elle contient. Mais l'action de la chaleur est brutale; elle ne nous permet pas d'affirmer que cette insolubilité des nitrates est due à l'activité vitale de la plante. En portant celle-ci à une température relativement élevée, il n'est pas impossible que l'on change l'état chimique de certains corps qui se trouvent dans les cellules végétales. Il y avait donc lieu d'avoir recours à un moyen qui permît de tuer la plante sans y détruire l'équilibre chimique des substances contenues. Je me suis adressé au chloroforme et j'ai cherché si son action était comparable à celle de la chaleur.

» Un petit paquet de racines vivantes, contenant des nitrates, fut suspendu à l'aide d'un fil à l'intérieur d'un flacon au fond duquel on avait mis quelques centimètres cubes de chloroforme. Après un séjour d'une demi-heure, les racines furent lavées à l'eau froide pendant une heure environ, séchées et traitées par le sulphate de diphénylamine; la réaction fut absolument nulle, tous les nitrates avaient été enlevés par l'eau froide. L'action du chloroforme est extrêmement rapide; l'expérience réussit encore lorsque les plantes ne séjournent que quelques minutes dans une atmosphère chargée de vapeurs de chloroforme. L'action dissolvante de l'eau sur des racines aussi ténues que celles du pâturin est également très rapide; en mettant sur une lamelle de verre une goutte du liquide qui baigne les racines après leur séjour dans le flacon à

chloroforme, on peut, après dessiccation préalable, y déceler la présence des azotates, le sulfate de diphénylamine y donne une coloration bleue très intense.

» Nous pouvons maintenant affirmer que les nitrates sont bien retenus dans la plante par son activité vitale. Le chloroforme agissant sur le protoplasma, il est possible que les nitrates soient retenus par une sorte de combinaison avec le protoplasma vivant, ou encore que le chloroforme contractant le protoplasma modifie les propriétés osmotiques de la cellule.

» Une expérience chiffrée précise les faits qui précèdent.

» Un lot de pieds de pâturin, racines et parties aériennes, fut divisé en trois parts de 100^{gr} chacune, représentant 22^{gr} de matière sèche.

» A. Le premier échantillon fut maintenu vingt-quatre heures dans un litre d'eau froide; une goutte du liquide dans lequel la plante avait séjourné fut évaporée à siccité : elle ne donnait qu'une très faible réaction avec le sulfate de diphénylamine, tandis que la matière, après dessiccation, se colorait aussi violemment que la veille. Le liquide a été concentré, et l'on y a dosé l'azote nitrique par le procédé de M. Schlœsing; on y a trouvé $0^{mg},1$ d'azote.

» C'est-à-dire que les plantes n'avaient pas cédé de nitrates à l'eau.

» La matière a alors été épuisée par l'eau bouillante; on a trouvé que l'extrait ainsi obtenu renfermait $21^{m},9$ d'azote.

» B. Le second lot a été séché à l'étuve, puis épuisé à l'eau chaude; après le troisième lavage, la réaction du sulfate de diphénylamine sur un échantillon de la matière sèche était nulle.

» Le liquide renfermait $22^{mg},6$ d'azote.

» C. Le dernier lot a été soumis pendant une heure à l'action des vapeurs de chloroforme, puis mis pendant vingt-quatre heures dans un litre d'eau froide; après ce traitement, les plantes ne donnaient plus avec le sulfate de diphénylamine qu'une très faible réaction; cette réaction devint nulle lorsque la matière eut été lavée quelques instants. Le liquide contenait $21^{mg},3$ d'azote.

» La matière fut alors épuisée à trois reprises par de l'eau bouillante; mais tous les nitrates avaient été enlevés par l'eau froide, car cet extrait fait à chaud contenait $0^{mg},2$ d'azote.

» Nous trouvons aisément maintenant l'explication de l'absence des nitrates dans les organes morts : l'humidité du sol enlève facilement l'azote nitrique aux racines mortes, puisqu'il n'y a plus de protoplasma vivant pour les retenir; de même, les tiges et les feuilles mortes sont dépouillées de leurs nitrates par les pluies d'hiver. Mais on conçoit que, si ces parties aériennes meurent à une époque de sécheresse, elles doivent conserver leur azote nitrique; M. Berthelot a, en effet, rencontré des doses souvent considérables d'azotate de potasse dans les tiges desséchées de diverses plantes. Au reste, on constate facilement que les feuilles mortes cueillies

sur une plante maintenue dans une serre, à l'abri de toute cause de dissolution, renferment des quantités appréciables d'azote nitrique.

» Jusqu'ici on ne concevait pas bien comment les plantes pouvaient accumuler des quantités souvent très fortes de nitrates dans leurs tissus; M. Dehérain avait montré depuis longtemps que la silice, les phosphates, les iodures, etc., s'accumulent dans les organes, où ils deviennent insolubles. Mais une certaine difficulté persistait pour les azotates. Les expériences que je viens de citer sont peut-être de nature à jeter quelque lumière sur ce sujet; elles nous conduisent à admettre que, si les azotates, malgré leur solubilité, s'accumulent dans les organes vivants, c'est qu'ils y deviennent insolubles, le protoplasma les retenant avec une énergie comparable à une affinité chimique. Les faits précédents ne sont donc qu'un cas particulier de la théorie générale de l'assimilation des matières minérales par les plantes, proposée par M. Dehérain en 1865. »

BOTANIQUE. — *De l'influence de la lumière et de l'altitude sur la striation des valves des Diatomées*. Note du Frère **J. Héribaud**, présentée par M. Duchartre.

« 1° *Influence de la lumière*. — Le degré d'éclairement ne peut-il pas modifier sensiblement la striation des valves siliceuses des Diatomées? Par exemple, la striation d'une espèce vivant sur les bords ensoleillés d'un lac est-elle identique à celle de la même espèce se développant à une profondeur considérable, où la lumière n'arrive que très affaiblie (¹)?

» A l'époque où je me posais ces deux questions (octobre 1891), je ne possédais pas encore les matériaux nécessaires pour les résoudre d'une façon satisfaisante. Aujourd'hui, grâce aux sondages pratiqués dans plusieurs lacs d'Auvergne, pendant l'été de 1893, par MM. P. Girod, A. Berthoule, Ch. Bruyant et P. Gautier, il m'a été possible d'élucider le point spécial qui fait l'objet de la première Partie de cette Note.

» Des Characées du lac Chauvet (*Chara fragilis*, *Ch. hispida*, *Nitella translucens et flexilis*), provenant d'une profondeur de 15^{m}, m'ont fourni une série de Diatomées vivantes dont il m'a été facile de comparer la striation avec celle des *mêmes espèces* récoltées sur les bords du *même lac*. L'examen de ces deux catégories de Diatomées m'a permis de constater les faits suivants :

(¹) *Les Diat. d'Auv.*, Intr., p. 13.

» 1° Les espèces vivant à la profondeur de 15^{m} se montrent normalement endochromées, et les chromatophores sont même plus vivement foncés que ceux des espèces développées au bord du lac, exposées à l'action directe des rayons solaires.

» 2° La forme du frustule est généralement plus allongée et moins large.

» 3° Le nombre des stries diminue par l'affaiblissement de la lumière.

» Voici, d'ailleurs, les espèces sur lesquelles j'ai observé ces faits :

	Par 15^{m} sous l'eau.		Bords du lac.
Gomphonema capitatum Ehrb...	6 à 9	stries en 0,01^{mm}	10 à 14
Navicula elliptica Ktz...........	7 a 9	»	10 à 13
» *radiosa* Ktz............	6 à 8	»	9 à 12
» *cardinalis* Ktz.........	5 à 7	»	7 à 10
» *mesolepta* Ehrb...... .	9 à 12	»	13 à 18
Stauroneis Phœnicenteron Ehrb..	9 à 12	»	14 à 16
Synedra acuta Ktz.............	9 à 11	»	12 à 16
» *Ulna* Ehrb.............	7 à 9	»	10 à 13

» Deux autres séries de Diatomées observées sur les *Isoetes lacustris* et *echinospora* du lac Guéry, les uns cueillis aux bords du lac et les autres par 10^{m} à 12^{m} de profondeur, m'ont fourni un résultat analogue.

» Bien que mes observations ne concernent jusqu'ici que le lac Chauvet et le lac Guéry, il est à croire que les autres lacs d'Auvergne permettraient de constater les mêmes faits, et je crois pouvoir conclure que l'influence de la lumière sur la striation des valves de Diatomées est un fait acquis à la Science.

» 2° *Influence de l'altitude.* — L'influence de l'altitude sur la striation des valves des Diatomées a été déjà soupçonnée par Schulmann (1) et par le professeur J. Brun (2); mais ces deux diatomistes n'ont point précisé ce fait important.

» Dans une lettre, en effet, reçue de M. J. Brun, en date du 15 décembre 1891, le savant micrographe de la Faculté de Genéve me disait :

» Pour les variations que subit la striation de la valve, sous l'influence de l'altitude, il s'agirait de comparer, non les espèces de la même masse d'eau, mais des exemplaires de la *même espèce* récoltée dans la plaine et sur les hautes montagnes. Cette donnée, mal élucidée par les diatomistes, serait, je crois, fort intéressante.

(1) *Diat. du Haut-Tatra*, 1867, p. 38.
(2) *Diat. des Alpes et du Jura*, 1880, p. 18.

» Au cours de mes recherches sur les Diatomées d'Auvergne, j'ai constaté que l'altitude augmente le nombre des stries et diminue leur intensité; en d'autres termes, pour une même espèce cueillie dans la plaine et sur les sommets de nos plus hautes montagnes, les stries de la forme alpine sont plus nombreuses et moins fortes.

» Les récoltes examinées, pour le département du Puy-de-Dôme, avaient été prises près du sommet du pic de Sancy, à une altitude de 1830^{m} environ, et dans un étang près de Lezoux, à l'altitude de 350^{m}.

» Les espèces du Cantal provenaient d'une source froide située près du sommet du Plomb, à une altitude de 1800^{m}, et des bords du Lot, à Vieillevie, altitude 220^{m}.

» Voici les espèces étudiées comparativement :

	Forme alpine.		Forme de la plaine.
Gomphonema dichotomum Ktz..	14 à 17	stries en 0^{mm},01	11 à 14
Cymbella Ehrenbergii Ktz......	7 à 9	»	5 à 7
Navicula cuspidata Ktz.........	14 à 18	»	11 à 13
Navicula limosa Ktz...........	20 à 24	»	16 à 18
Navicula viridis Ktz............	10 à 13	»	7 à 9
Synedra capitata Ehrb.........	12 à 15	»	9 à 11

» Tels sont les faits que j'ai constatés, et que je me propose de vérifier encore dans mes recherches ultérieures.

» *Conclusions.* — 1° Sous l'influence d'un *éclairement affaibli,* voisin probablement de l'obscurité physiologique, qui existe à une profondeur de 13^{m} à 15^{m} dans les lacs d'Auvergne, *la striation des valves des Diatomées se montre moins serrée;* de plus, *la forme générale des frustules est plus allongée et plus étroite.*

» 2° Sous l'influence de *l'altitude, les stries sont plus nombreuses et moins fortes.* »

BOTANIQUE. — *L'insertion des spores et la direction des cloisons dans les protobasides.* Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Duchartre.

« On nomme *protobaside* un organe partagé, par un nombre défini de cloisons, en segments dont chacun porte une spore extérieure.

» Certaines protobasides ont toutes leurs spores insérées autour du sommet (Trémellinées); d'autres ont des spores latérales (Auricularinées, Puccininées). La même diversité se retrouve dans les basides, qui ont des stérigmates terminaux ou latéraux, dans les asques, dont les spores sont

unisériées ou agglomérées. Existe-t-il, comme on l'a supposé, une relation nécessaire entre la situation des spores et le sens des divisions cellulaires? Pour répondre à cette question, les protobasides offrent une donnée de plus que les basides ou les asques, grâce aux cloisons permanentes. Examinons les rapports entre la situation des spores, la direction des cloisons et l'orientation des noyaux au moment de la division.

» La disposition primitive des cloisons de la protobaside est celle des *Auricularia,* des *Puccinia,* etc., qui correspond à celle des filaments du thalle. Chez ces espèces à cloisonnement transversal, la situation des spores est nécessairement latérale sur les segments inférieurs; on remarquera toutefois qu'elle est aussi voisine que possible de la situation terminale, puisque le stérigmate s'échappe immédiatement sous la cloison et devient ascendant. Le stérigmate supérieur a parfois la même situation; aussi souvent il prolonge le sommet de l'axe. Tantôt terminale, tantôt subterminale ou latérale, l'insertion des spores n'a donc pas de rapport fixe avec l'insertion, constamment transversale, des cloisons.

» Chez les *Tremella,* les quatre spores sont insérées au sommet de la protobaside. Cette différence n'établit pas une opposition absolue entre ces Champignons et les précédents; d'une part, les *Auricularia,* les Puccininées, ont souvent une spore terminale; d'autre part, j'ai observé chez l'*Exidiopsis quercina,* espèce voisine des *Tremella,* des protobasides irrégulières, dont un segment très réduit émettait un stérigmate nettement latéral. Dans cette espèce, malgré la situation terminale des spores, la première cloison n'est jamais longitudinale; elle coupe obliquement la cellule-mère; telle est son inclinaison, qu'une seule des cellules issues de la première bipartition est en contact avec le pédicelle. A cet égard, le cloisonnement oblique rappelle bien plutôt un cloisonnement transversal qu'un cloisonnement longitudinal. Chaque segment subit individuellement une seconde bipartition. Les deux nouvelles cloisons, diversement inclinées sur la première, sont rarement dans un même plan. L'une d'elles ou les deux peuvent manquer. Le cloisonnement oblique n'est pas spécial à l'*Exidiopsis quercina;* il a été décrit et figuré par M. Brefeld, chez l'*Exidiopsis effusa* et chez les espèces les plus diverses d'*Exidia, Ulocolla, Sebacina, Gyrocephalus, Tremella.* Il est surprenant que l'on ait récemment attribué aux protobasides des Trémelles deux cloisons longitudinales rectangulaires. La situation terminale des spores chez les Trémellinées, n'est donc pas déterminée par un cloisonnement longitudinal de la protobaside, pas plus que leur situation latérale, chez les *Auricularia* et les *Puccinia,* n'est une conséquence nécessaire du cloisonnement transversal.

» J'ai suivi, chez l'*Exidiopsis quercina,* les premiers stades de la division sur des cellules-mères, fixées par le réactif de Flemming et colorées à l'hématoxyline. Le noyau au repos contient quatre boules chromatiques. Au début de la division, on en distingue huit, disposées dans un plan équatorial très élargi. Cette plaque nucléaire affecte des orientations diverses par rapport à l'axe du filament qui porte la cellule-mère : elle est tantôt transversale, tantôt longitudinale, tantôt oblique. Les noyaux-filles, au lieu de rester juxtaposés en croix dans un plan déterminé, se placent à diverses hauteurs. La première cloison, constamment oblique, se montre indépendante de la direction des divisions nucléaires. L'orientation du noyau au moment de la division ne détermine pas plus la position des cloisons que celle-ci ne détermine la situation des spores.

» Chez l'*Auricularia* comme chez le *Tremella,* le stérigmate est aussi voisin que possible de la position terminale. Cette situation est en rapport avec la nécessité de dégager les spores de la gelée qui enveloppe la cellule-mère, pour assurer leur dispersion par le vent. Le *Tremella* est plus favorisé, en ce sens que la protobaside est raccourcie et dilatée, en un mot contractée de façon à rapprocher du sommet la cellule-fille contiguë au pédicelle; que, de plus, le début de la migration des noyaux vers le haut prévient l'apparition des cloisons et en dévie la position transversale, inaltérée chez l'*Auricularia.* Ce genre de progrès était superflu chez les Puccininées, grâce à l'influence du parasitisme et à la régression de la couche gélifiée, à partir des *Coleosporium.* Les *Puccinia* et les *Tremella* sont des types déviés du type *Auricularia* dans deux directions divergentes.

» La différence entre le type des *Auricularia* et *Puccinia* et celui des *Tremella* se ramène à une accélération de développement et à un phénomène d'adaptation secondaire; elle n'a qu'une faible importance taxinomique.

» Un caractère aussi superficiel et aussi inconstant que la situation terminale ou latérale des spores doit être relégué au second plan et subordonné à l'existence même d'une protobaside ou d'une baside. Il est indiqué de réunir tous les Champignons à protobasides dans un ordre des Protobasidiomycètes, comprenant trois sous-ordres : les Auricularinées, les Puccininées, les Trémellinées. Cet ordre ne saurait être enchevêtré dans l'ordre supérieur des Basidiomycètes, dont l'homogénéité a toujours frappé les plus modestes observateurs. Loin de jeter le trouble dans la classification, comme pourraient le faire craindre des généralisations prématurées, les détails de structure, appréciés avec un soin suffisant, ne font que confirmer et préciser, chez les Champignons comme chez les vé-

gétaux supérieurs, les données obtenues depuis longtemps par les botanistes descripteurs. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Géographie et Navigation, par l'organe de son doyen M. *d'Abbadie*, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. l'amiral *Pâris :*

En première ligne. . . . . M. **Hatt**.

En seconde ligne, par ordre alphabétique. . . . M. **Caspari**. M. **Guyou**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 janvier 1894.

Recherches géologiques sur les environs de Vichy (Allier), par Gustave-F. Dollfus, collaborateur à la Carte géologique de France, membre et lauréat de la Société géologique de France, etc. Paris, 1894; in-4°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Microzymas et Microbes, communications à l'Académie de Médecine dans les discussions sur la pleurésie, l'albuminurie, l'aigrissement et la coagulation spontanée du lait de vache, la septicémie puerpérale, par A. Béchamp, correspondant de l'Académie de Médecine (Extrait du *Bulletin de l'Académie de Médecine*). Paris, Dentu, 1893; 1 vol. in-8°.

Effets thermiques dus à la compression. Thèse présentée à la Faculté des

Sciences de l'Université de Genève pour obtenir le grade de Docteur ès Sciences, par Paul Galopin. Genève, Taponnier, 1893; 1 br. in-4°.

Prévisions mathématiques du temps pour l'année 1894, par J.-A. Gossot: 1 br. in-18.

The Transactions of the royal irish Academy. Vol. XXX, Part. V, VI, VII et VIII, IX, X. Dublin, 1893; 5 fasc. in-4°.

Actes de la Société scientifique du Chili, fondée par un groupe de Français. Troisième année. Santiago, Cervantes, 1893; 1 vol. in-4°.

Mittheilungen aus der medicinischen Facultät der Kaiserlich japanischen Universität, Band II, n° 1. Tokio, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 26 décembre 1893.)

Note de M. *Maurice Hamy*, Sur le développement approché de la fonction perturbatrice dans le cas des inégalités d'ordre élevé :

Page 1052, ligne 2, *au lieu de* $z =$, *lisez* $r =$.

Page 1053, ligne 19, *au lieu de* $|\Phi(Z_i)| < |\varphi(z_1)|$, *lisez* $|\varphi(Z_i)| < |\varphi(z_1)|$.

Page 1053, ligne 20, *au lieu de*

$$I = [\Phi(Z_i) + \Phi(Z_i)](1 + \varepsilon),$$

lisez

$$I = [\Phi(Z_i) + \Phi(Z_{-i})](1 + \varepsilon).$$

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 JANVIER 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Édouard van Beneden** adresse à M. le Président la Lettre suivante, lui annonçant la mort de son père, M. *P.-J. van Beneden*, Associé étranger de l'Académie :

Louvain, le 10 janvier 1894.

« Monsieur le Président,

» Je viens vous prier de vouloir bien annoncer à l'Académie des Sciences la mort de mon cher et vénéré père, M. *P.-J. van Beneden,* Professeur à l'Université de Louvain.

» Nous avons eu la poignante douleur de le perdre lundi 8 janvier, à 5 heures du soir; il venait d'entrer dans sa 85e année.

» Après avoir été honoré pendant de longues années du titre de Correspondant de l'Académie des Sciences, il avait été élu récemment Associé étranger. Il était heureux et fier de porter ce titre envié, qui lui avait été conféré par le premier corps savant du monde.

» Il aimait la France, à laquelle il devait son éducation scientifique; il professait

pour la Science française, dont il connaissait l'évolution et l'histoire, une profonde vénération.

» L'Académie des Sciences perd en lui l'un de ses Membres les plus dévoués.

» Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'hommage respectueux de mes sentiments les plus distingués.

» Édouard van Beneden,
» Professeur à l'Université de Liége (Belgique). »

M. **Émile Blanchard**, après la lecture de cette Lettre, communiquée par M. de Lacaze-Duthiers, donne en ces termes un aperçu de la carrière scientifique de M. *Van Beneden :*

« Je ne puis dissimuler mon émotion en parlant aujourd'hui de M. Van Beneden. J'étais à peine un adolescent lorsque j'eus l'occasion de le connaître. Nous nous sommes retrouvés plus tard, et durant un demi-siècle nous avons entretenu, M. Van Beneden et moi, les relations les plus amicales.

» M. Van Beneden, né à Malines, le 15 décembre 1809, était âgé, sans doute, mais sa belle prestance et sa physionomie superbe, qui le faisaient comparer à un patriarche des temps bibliques, nous donnaient l'espérance de le conserver encore longtemps. Son activité était demeurée entière. Il avait négligé de prendre l'*Emeritat,* car on le sait, en Belgique, le professeur du haut enseignement, après trente années d'exercice devient, à son gré, professeur émérite. Dans cette situation, il reste maître d'entretenir le public de ses travaux et, jusqu'à sa dernière heure, il demeure en possession de l'intégralité de son traitement. Ainsi l'homme qui a le plus honoré et le mieux servi le pays n'est jamais en crainte d'être jeté dans la misère aux jours de sa vieillesse.

» Que dirai-je de la carrière scientifique de Van Beneden? L'œuvre est immense et le temps que peut m'accorder l'Académie m'oblige à n'en rappeler que les traits les plus saisissants.

» Van Beneden avait installé une station zoologique à Ostende. La côte est vraiment bien pauvre si on la compare au littoral de la Basse Normandie et de la Bretagne. Elle fournit cependant encore assez de sujets pour occuper un habile investigateur. Van Beneden a pris une part considérable aux études sur le développement des polypes hydraires, sur les générations alternantes, ainsi qu'on s'est plu à désigner la condition de ces polypes qui multiplient par scissiparité, par bourgeons, par bulbilles.

Le professeur de Louvain a décrit en termes poétiques l'effet charmant du spectacle offert aux yeux de l'observateur, le jour où s'échappe du polype une pluie de campanulaires, petites méduses d'une merveilleuse délicatesse.

» Des êtres d'une organisation singulière, les Linguatules ou Pentastomes, étaient considérés comme des vers; Van Beneden, ayant reconnu le premier âge des Linguatules, donna la preuve que ce type zoologique se rattache à la classe des Arachnides.

» Il y a environ un demi-siècle la connaissance des vers parasites, souvent nommés les *vers intestinaux*, préoccupait les zoologistes de tous les pays. Le premier j'avais reconnu que l'ordre des vers vésiculaires ou cystiques devait être rayé dans nos classifications. L'étude anatomique m'avait conduit à ne voir dans les vers vésiculaires que des cestoïdes, c'est-à-dire des ténias, toujours enkystés en dehors de l'appareil digestif et n'acquérant jamais, dans cette condition, d'organes reproducteurs. A la vérité, je ne croyais pas que tout ténia dût commencer fatalement son existence par l'état de cysticerque. Un naturaliste allemand, Kunchenmeister, prouva, par une expérience restée célèbre, que le cysticerque du porc, introduit dans l'estomac de l'homme, se transforme aussitôt en ténia : le ver solitaire, suivant l'expression habituelle.

» Van Beneden, à son tour, entreprit une longue suite de recherches sur le développement, les transformations, les migrations des vers parasites, et il eut le bonheur d'enrichir la science d'une foule de notions nouvelles.

» L'Académie ayant mis au concours la question relative au développement des vers, il fit de nombreuses expériences sur le développement du ténia du chien (*Tenia serrata*) qui a pour origine le cysticerque du lapin. Un jour, il vint à Paris pour soumettre les résultats de ses expériences à la Commission académique. Il amenait avec lui huit ou neuf chiens, portant chacun son numéro d'ordre; l'expérimentateur avait pu dire : le n° 1 a mangé des cysticerques tel jour, les ténias sont déjà d'un âge assez avancé; le n° 2, soumis plus tardivement à l'expérience, aura des ténias d'un âge moins avancé, et ainsi de chaque sujet. Enfin, un chien ayant été déclaré avoir couru la ville, on ne répondait pas de la quantité de ténias qu'on trouverait dans son intestin. Les animaux sacrifiés, tout fut reconnu exact dans les déclarations de l'expérimentateur, et Van Beneden eut le prix.

» Malgré la belle santé que conservait le savant qui devait, le 18 juil-

let 1892, devenir un de nos Associés étrangers, sa vue commençant à être fatiguée, il dut abandonner l'étude des êtres de dimensions exiguës, pour se livrer entièrement à des recherches sur les Cétacés vivants et fossiles et, dans cet ordre d'études, il a fait encore jaillir bien des clartés qui intéressent à la fois la Zoologie et la Paléontologie.

» N'en ai-je point dit assez pour faire comprendre la grandeur de la perte que vient de faire la science? »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie de la photographie des couleurs simples et composées par la méthode interférentielle.* Note de M. G. **Lippmann**.

« 1. On peut fixer l'image de la chambre noire, avec son modelé et ses couleurs, en employant une couche sensible transparente et continue, d'épaisseur suffisamment grande, adossée pendant la pose à une surface réfléchissante qu'il est commode de constituer par une couche de mercure. On développe et l'on fixe au moyen des réactifs usités en Photographie. Si l'on regarde par réflexion la couche redevenue sèche et éclairée par la lumière blanche, on retrouve l'image de la chambre noire fidèlement reproduite.

» Ce phénomène est dû aux interférences lumineuses. Pendant la pose, les rayons incidents formant l'image interfèrent avec les rayons réfléchis par le mercure; il en résulte des ondes lumineuses stationnaires, dont l'amplitude varie d'une manière continue d'un point à l'autre suivant l'épaisseur de la plaque. La densité du dépôt photographique et par suite son pouvoir réflecteur varient, par suite, d'une manière continue en fonction des coordonnées. Ainsi, lorsque l'on regarde l'image développée, la lumière reçue par l'œil est réfléchie, non par une surface réfléchissante, mais par un volume doué d'un pouvoir réflecteur variable dans toute son étendue. Chacun des rayons qui parviennent à l'œil est la résultante d'une infinité de rayons élémentaires. Dans le calcul de cette résultante, il est nécessaire de tenir compte non seulement de la variation du pouvoir réflecteur en fonction de la profondeur, mais encore des différences de phase dues à la différence des chemins parcourus par la lumière.

I.

» 2. Considérons d'abord le cas simple où l'impression photographique est produite par une lumière homogène de longueur d'onde λ; supposons

en outre l'incidence normale et la vibration lumineuse réduite à une de ses composantes rectilignes. Soit z la distance d'un point au plan qui limite la couche sensible, plan qui est adossé au miroir pendant la pose, et qui, après coup, sera tourné du côté de l'œil. L'interférence entre le rayon incident et le rayon réfléchi donne lieu à une vibration stationnaire dont l'intensité a pour mesure $4\sin^2\frac{2\pi z}{\lambda}$. Il en résulte au point z, après développement, un pouvoir réflecteur ρ qui est une fonction de l'intensité qui a produit l'impression; on a donc

$$(1) \qquad \rho = \varepsilon\varphi\left(\sin^2\frac{2\pi z}{\lambda}\right);$$

ε est un coefficient qui dépend des conditions de l'expérience : on ne peut pas le faire croître indéfiniment; mais, par contre, on peut le diminuer à volonté, soit en diminuant la proportion de matière sensible contenue dans la couche transparente, soit en changeant le mode de développement. ρ est donc une fonction de $\frac{z}{\lambda}$ toujours comprise entre o et l'unité et ayant $\frac{\lambda}{2}$ pour période.

» Cela posé, supposons que l'on éclaire la couche développée par de la lumière blanche. Parmi les lumières homogènes qui constituent la lumière blanche, considérons-en une quelconque, dont la longueur d'onde λ' n'est pas, en général, égale à λ. A l'entrée de la couche, la vibration en question a pour équation

$$y = \sin\frac{2\pi t}{T}.$$

» Après réflexion sur un élément situé en z et de profondeur infiniment petite dz, l'amplitude incidente est multipliée par la fraction infiniment petite $\rho\,dz$. En même temps, il y a une perte de phase due au chemin parcouru $2z$, et égale à $2\pi\frac{2z}{\lambda'}$. La vibration réfléchie a donc pour équation

$$y = \rho\,dz\sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{2z}{\lambda'}\right) = \rho\,dz\cos\frac{4\pi z}{\lambda'}\sin\frac{2\pi t}{T} - \rho\,dz\sin\frac{4\pi z}{\lambda'}\cos\frac{2\pi t}{T}.$$

Telle est l'équation de l'un quelconque des rayons élémentaires renvoyés à l'œil. Pour en avoir la résultante, il suffit d'intégrer par rapport à z, depuis $z = o$ jusqu'à $z = Z$, Z étant l'épaisseur de la couche. On obtient

ainsi une expression de la forme

$$X \sin\frac{2\pi t}{T} + Y \cos\frac{2\pi t}{T};$$

en posant

$$(2) \qquad X = \int_0^Z \rho \cos\frac{4\pi z}{\lambda'} dz, \qquad Y = \int_0^Z \rho \sin\frac{4\pi z}{\lambda'} dz,$$

l'amplitude résultante a, comme on sait, pour expression

$$+\sqrt{X^2 + Y^2}.$$

Il s'agit de discuter la valeur de cette quantité. Il est commode ([1]) de considérer l'expression $X + Y\sqrt{-1}$. On a donc

$$X + Y\sqrt{-1} = \int_0^Z \rho\left(\cos\frac{4\pi z}{\lambda'} + \sqrt{-1}\sin\frac{4\pi z}{\lambda'}\right) dz.$$

» Il reste à discuter la précédente intégrale. On peut la partager en une somme d'intégrales prises respectivement entre les limites o et $\frac{\lambda}{2}$, $\frac{\lambda}{2}$ et $2\frac{\lambda}{2}$, ..., $p\frac{\lambda}{2}$ et $(p+1)\frac{\lambda}{2}$.

» On passe d'une intégrale à la suivante en changeant z en $z + \frac{\lambda}{2}$; il faut remarquer qu'il est inutile de faire ce changement dans la fonction φ, qui a $\frac{\lambda}{2}$ pour période. Posons

$$u = \cos\frac{2\pi\lambda}{\lambda'} + \sqrt{-1}\sin\frac{2\pi\lambda}{\lambda'}.$$

» On passe d'une intégrale à la suivante en multipliant par u sous le signe $\int$. Il s'ensuit que l'on a

$$X + Y\sqrt{-1} = \int_0^{\frac{\lambda}{2}} \rho\left(\cos\frac{4\pi z}{\lambda'} + \sqrt{-1}\sin\frac{4\pi z}{\lambda'}\right) dz \times \Sigma,$$

Σ étant égal à $1 + u + u^2 + u^3 + \ldots + u^{n-1}$.

» L'intégrale en facteur au second membre est toujours finie. Il en est de même de la somme Σ, qui reste finie quand $\frac{\lambda}{\lambda'}$ a une valeur quelconque

---

([1]) Le calcul qui suit peut se faire en quantités réelles; il conduit, mais moins rapidement, au même résultat.

fractionnaire, lors même que le nombre de ses termes croîtrait indéfiniment.

» Quand l'épaisseur totale Z croît indéfiniment, n croît indéfiniment, puisque l'on a $Z = n\frac{\lambda}{2}$ (1). D'autre part, il convient de déterminer la fraction arbitraire ε, qui entre dans l'expression (1) de ρ de manière que $n\varepsilon$ reste égale à une grandeur finie, qu'il est loisible de prendre égale à l'unité (2). On a donc $\varepsilon = \frac{1}{n}$ et

$$X + Y\sqrt{-1} = \int_0^{\frac{\lambda}{2}} \varphi\left(\sin^2\frac{2\pi z}{\lambda}\right)\left(\cos\frac{4\pi z}{\lambda'} + \sqrt{-1}\sin\frac{4\pi z}{\lambda'}\right)dz \times \frac{\Sigma}{n}.$$

» Or $\frac{\Sigma}{n}$ tend vers zéro quand n tend vers l'infini. En résumé, quand il n'y a pas de relation particulière entre λ', la longueur d'onde de la lumière qui éclaire la plaque, et λ, celle de la lumière qui l'a impressionnée, l'amplitude réfléchie tend vers zéro quand l'épaisseur de la couche sensible tend vers l'infini.

» Il n'en est plus de même si $\lambda = \lambda'$, c'est-à-dire si l'on éclaire avec la même lumière qui a impressionné la plaque.

» Dans ce cas, $\Sigma = n$ et, par suite,

$$X + Y\sqrt{-1} = n\int_0^{\frac{\lambda}{2}} \varepsilon\varphi\left(\sin^2\frac{4\pi z}{\lambda}\right)\left(\cos\frac{4\pi z}{\lambda} + \sqrt{-1}\sin\frac{4\pi z}{\lambda'}\right)dz.$$

» Le second membre tend vers l'infini avec n, si ε est fini, et vers une quantité finie si $n\varepsilon = 1$. Il en serait de même pour $\lambda = 2\lambda'$, $\lambda = 3\lambda'$. La couche sensible n'a donc pas un pouvoir différent de zéro dans le cas où la longueur d'onde de la vibration incidente est égale à celle de la vibration photographiée ou à l'un de ses sous-multiples.

» Le cas de $\lambda = \lambda'$ est seul réalisé dans la pratique, à cause de la faible

---

(1) Quand Z tend vers l'infini, on peut supposer que la longueur $\frac{\lambda}{2}$ y est contenue un nombre entier de fois, en négligeant, s'il y a lieu, la fraction complémentaire.

(2) Le nombre des couches réfléchissantes élémentaires augmentant avec l'épaisseur totale, il faut bien supposer que le pouvoir réflecteur de chacune d'elles diminue en même temps; car, d'une part, le pouvoir réflecteur total doit être au plus égal à l'unité; d'autre part, il faut que la lumière puisse traverser toute l'épaisseur du système.

longueur du spectre visible qui comprend moins d'une octave. Pour réaliser les cas de $\lambda = \frac{\lambda'}{2}$, il faudrait photographier le spectre assez loin dans l'infra-rouge. En fait, on voit souvent en deçà du rouge commencer le violet. D'autre part, en humectant quelque peu la couche, ce qui la gonfle et ce qui en revient à augmenter les valeurs de λ, on voit apparaître le violet et les couleurs suivantes, correspondant aux demi-valeurs de λ.

» En opérant sur des couches sèches, impressionnées par la partie visible du spectre, on n'aperçoit que les couleurs du premier ordre données par $\lambda = \lambda'$.

» 3. L'analyse précédente peut être remplacée par une construction géométrique. Notre confrère, M. Cornu, a montré autrefois que la construction de Fresnel pour la composition des vibrations s'étendait au cas d'une infinité de composantes infiniment petites; il obtient dans ce cas une courbe dont chaque élément représente une des composantes et où chaque corde représente une résultante. On peut effectuer ici une construction analogue.

» Soit ds un élément de la courbe représentative dû à la vibration réfléchie par un élément du réseau photographique situé à la profondeur z et d'épaisseur dz. Soient dX et dY les projections de ds sur deux axes de coordonnées rectangulaires; on a

$$ds = \rho\, dz, \qquad dX = \rho\, dz \cos\frac{4\pi z}{\lambda'}, \qquad dY = \rho\, dz \sin\frac{4\pi z}{\lambda'}.$$

» Soient $d\alpha$ l'angle de contingence, α l'angle de la tangente à la courbe avec l'axe des X, R le rayon de courbure; on a

$$d\alpha = \frac{4\pi\, dz}{\lambda'}, \qquad \alpha = \frac{4\pi z}{\lambda'}, \qquad R = \frac{\lambda'}{4\pi}\rho.$$

» D'après l'équation (1), ρ est une fonction périodique de z ayant pour période $\frac{\lambda}{2}$. Il en est donc de même de ds et de R. Si l'on fait croître z successivement de o à $\frac{\lambda}{2}$, de $\frac{\lambda}{2}$ à $2\frac{\lambda}{2}$, ..., c'est-à-dire, si l'on considère successivement l'action d'une série de concamérations du réseau réfléchissant, on voit que l'on passe d'un arc de la courbe au suivant par le changement de z en $z + \frac{\lambda}{2}$; α seul change dans ce cas en s'accroissant de la quantité constante $\frac{2\pi\lambda}{\lambda'}$. La courbe se compose donc d'une série d'arcs AB,

BC, CD, ... égaux entre eux, sous-tendus par des cordes égales, chaque corde faisant avec la précédente un angle constant égal à $\frac{2\pi\lambda}{\lambda'}$. Ces cordes sont inscriptibles dans une circonférence; leur résultante géométrique, quel que soit leur nombre, est au plus égale au diamètre de la circonférence, par conséquent du même ordre de grandeur, en général, que AB. Il n'en est plus de même dans le cas particulier où $\frac{\lambda}{\lambda'}$ est égal à l'unité, ou à un nombre entier. Les cordes AB, BC, ... sont alors situées sur une même droite; leur résultante géométrique, égale à la somme de leurs longueurs, est proportionnelle à leur nombre n. Quand n tend vers l'infini, la résultante totale devient infiniment plus grande si $\frac{\lambda}{\lambda'}$ est égal à l'unité ou à un nombre entier que si λ' est quelconque. On retrouve ainsi les résultats donnés par l'analyse. Les valeurs des intégrales X et Y, considérées précédemment, sont égales aux coordonnées courantes de la courbe représentative.

II.

» Le cas général où la plaque photographique a été impressionnée par une lumière hétérogène, telle que celle qui est diffusée par un corps quelconque exposé à la lumière blanche, est beaucoup plus complexe. Il faut encore calculer le pouvoir réflecteur $\sigma\, dz$ en un point z du réseau photographique, ce qui exige que l'on définisse au préalable la composition d'une lumière hétérogène, la couleur d'un corps, la sensibilité photographique et l'isochromatisme d'une plaque. Ces deux dernières définitions peuvent seules présenter quelques difficultés.

» La composition d'une lumière hétérogène peut se définir comme il suit. Supposons que l'on forme le spectre normal de cette lumière, c'est-à-dire tel que la déviation d'un rayon soit proportionnelle à sa longueur d'onde λ, que l'on mesure, par exemple à l'aide d'une pile thermo-électrique, l'intensité totale des rayons qui passent à travers une fente de largeur $d\lambda$; enfin, que l'on déduise de cette mesure l'amplitude correspondante. Cette amplitude est de la forme $d\lambda \times F(\lambda)$; $F(\lambda)$ définit la répartition des amplitudes dans le spectre normal, et, par conséquent, la composition de la lumière hétérogène employée.

» La couleur d'un corps se définit également par une fonction de λ. Tout corps diffuse (ou transmet) une fraction déterminée de l'amplitude d'une lumière simple incidente de longueur d'onde λ. Cette fraction varie

en général avec λ; on peut la représenter par $f(\lambda)$. Cette fonction définit la couleur du corps. La condition $f(\lambda) = \text{const.}$ définit le corps blanc.

» $F(\lambda)$ représentant la composition de la lumière blanche et $f(\lambda)$ la couleur d'un corps ou d'un élément d'un corps, le produit $F(\lambda) f(\lambda)$ représente la composition de la couleur diffusée par l'élément considéré, et qui vient impressionner la plaque.

» Enfin, il faut définir la sensibilité d'une couche isochromatique. Soit $O(\lambda)$ l'impression produite par une vibration λ d'amplitude un; une amplitude égale à $F(\lambda)$ produira une impression égale à $F(\lambda) O(\lambda)$. J'admettrai que l'équation

$$F(\lambda)\, O(\lambda) = \text{const.} \tag{3}$$

exprime analytiquement l'isochromatisme; c'est la condition pour que l'impression d'un spectre normal soit uniforme.

» Cela posé, on peut calculer le pouvoir réflecteur σ en un point z de la plaque; si l'on éclaire celle-ci par une lumière homogène de longueur d'onde λ', l'intensité totale réfléchie se calculera à l'aide des intégrales

$$X = \int_0^Z \sigma \cos \frac{4\pi z}{\lambda'}\, dz, \qquad Y = \int_0^Z \sigma \sin \frac{4\pi z}{\lambda'}\, dz, \tag{4}$$

analogues à celles données en (2). Seulement, le pouvoir réflecteur σ, au lieu d'être donné par un terme unique, est la somme d'une infinité de termes correspondant aux lumières simples qui ont produit l'impression; il est donc représenté par une intégrale.

» Le pouvoir réflecteur produit au point z par un rayon homogène λ est, en tenant compte de la réduction de l'amplitude due à l'interférence,

$$F(\lambda) f(\lambda)\, O(\lambda)\, \varepsilon \varphi \left(\sin^2 \frac{2\pi z}{\lambda}\right).$$

» En tenant compte de la condition d'isochromatisme (3), ce terme se réduit à

$$f(\lambda)\, \varepsilon \varphi \left(\sin^2 \frac{2\pi z}{\lambda}\right).$$

» Pour les raisons indiquées plus haut, il convient de faire encore $\varepsilon = \frac{1}{Z}$. On a donc enfin

$$\sigma = \frac{1}{z} \int_A^B f(\lambda)\, \varphi \left(\sin^2 \frac{2\pi z}{\lambda}\right) d\lambda, \tag{5}$$

A et B étant les limites entre lesquelles varie λ.

» En substituant en (4) il vient

$$X = \frac{1}{Z}\int_A^B \int_0^Z f(\lambda)\,\varphi\left(\sin^2\frac{2\pi z}{\lambda}\right)\cos\frac{2\pi z}{\lambda'}\,d\lambda\,dz,$$

$$Y = \frac{1}{Z}\int_A^B \int_0^Z f(\lambda)\,\varphi\left(\sin^2\frac{2\pi z}{\lambda}\right)\sin\frac{2\pi z}{\lambda'}\,d\lambda\,dz.$$

L'amplitude réfléchie est égale à $\sqrt{X^2+Y^2}$.

» Les intégrales doubles X et Y étant définies, il est permis de renverser l'ordre des intégrations. Ce renversement a une interprétation physique : au lieu d'intégrer par rapport à λ, il est permis de donner d'abord à cette variable l'une quelconque des valeurs qu'elle doit acquérir, et d'intégrer par rapport à z. Ceci équivaut à isoler par la pensée, au milieu du réseau photographique complexe que porte la plaque, le réseau partiel produit par l'une quelconque des vibrations simples agissantes, et de chercher le pouvoir réflecteur total de ce réseau partiel; l'intégration faite ensuite par rapport à λ représente la somme des actions partielles ainsi considérées.

» En d'autres termes, l'amplitude réfléchie est la même que si chacune des vibrations simples impressionnantes avait été seule à agir sur la couche sensible.

» Cette remarque permet de prévoir la conclusion de l'analyse, ainsi que la propriété essentielle des intégrales X et Y. On a vu que le réseau photographique dû à une vibration simple λ ne réfléchit une fraction finie de la vibration λ' qui éclaire la plaque que si $\lambda = \lambda'$ (ou plus généralement si λ est un multiple de λ'); et que l'effet de tout λ différent de λ' est infiniment petit quand la couche est infiniment épaisse. En d'autres termes, le pouvoir réflecteur de la plaque pour une vibration λ' est déterminé uniquement par l'amplitude que possédait la vibration de même longueur d'onde dans le faisceau complexe qui a produit l'impression photographique.

» Au point de vue analytique, il s'ensuit que les intégrales X et Y ne dépendent qu'en apparence des limites A et B de λ, et qu'elles se réduisent à des fonctions de λ'. En effet, on peut démontrer directement qu'il en est ainsi et que, pour $Z = \infty$,

$$\lim X = f(\lambda') + \text{const.}, \qquad \lim Y + 0.$$

Par cette propriété singulière, comme par leur forme, les intégrales

doubles X et Y sont analogues à une intégrale double découverte par Fourier [1] et qui se réduit, elle aussi, à un seul de ses éléments.

» Pour le démontrer, on peut avoir recours non à l'analyse de Fourier, mais à la démonstration géométrique qu'il y a ajoutée et qui est plus générale.

» Afin de faciliter le rapprochement, il convient de développer

$$\varphi\left(\sin^2\frac{2\pi z}{\lambda}\right),$$

en tant que fonction de z, à l'aide de la série trigonométrique de Fourier, entre les limites $z = 0$, $z = \frac{\lambda}{2}$. On a ainsi

$$(6)\quad \varphi\left(\sin^2\frac{4\pi z}{\lambda}\right) = C_0 + C_1\cos\frac{2\pi z}{\lambda} + C_2\cos\frac{4\pi z}{\lambda} + \ldots + C_i\cos\frac{4\pi i z}{\lambda} + \ldots.$$

» Il faut remarquer que le premier membre étant, ainsi que le second, une fonction périodique de z, ayant $\frac{\lambda}{2}$ pour période, les deux membres sont égaux non seulement entre 0 et $\frac{\lambda}{2}$, mais encore entre deux multiples quelconques de $\frac{\lambda}{2}$. Le développement est donc valable non seulement de 0 à $\frac{\lambda}{2}$, mais de zéro à l'infini. Il faut remarquer encore que les coefficients du développement C_0, C_1, ... sont indépendants de λ comme de z; en d'autres termes, ce sont des nombres déterminés seulement par le choix de la fonction φ. En effet, on a

$$C_0 = \frac{1}{\lambda}\int_0^{\frac{\lambda}{2}} \varphi\left(\sin^2\frac{2\pi z}{\lambda}\right)dz,\qquad C_i = \frac{2}{\lambda}\int_0^{\frac{\lambda}{2}} \varphi\left(\sin^2\frac{2\pi z}{\lambda}\right)\cos\frac{4\pi i z}{\lambda}\,dz.$$

» Posons $\frac{4\pi z}{\lambda} = \alpha$, par suite $dz = \frac{\lambda}{4\pi}d\alpha$; il vient

$$C_0 = 4\pi\int_0^{2\pi} \varphi\left(\sin^2\frac{\alpha}{2}\right)d\alpha,\qquad C_i = 8\pi\int_0^{2\pi} \varphi\left(\sin^2\frac{\alpha}{2}\right)\cos i\alpha\,d\alpha.$$

» La variable α disparaissant par l'intégration, les coefficients C_0, ... se réduisent donc à des nombres.

---

[1] *Œuvres de Fourier*, publiées par M. G. Darboux, t. I, p. 494. Gauthier-Villars et fils.

» En substituant à $\varphi\left(\sin^2\frac{2\pi z}{\lambda}\right)$ sa valeur, il vient

$$X = \frac{i}{Z}\int_A^B\int_0^Z f(\lambda)\sum\left(C_i\cos\frac{4\pi i z}{\lambda}\right)\cos\frac{4\pi z}{\lambda'}\,d\lambda\,dz;$$

ainsi, en faisant $i = 1$, le terme correspondant est

$$(7)\qquad \frac{1}{Z}\int_A^B\int_0^Z f(\lambda)C_1\cos\frac{4\pi z}{\lambda}\cos\frac{4\pi z}{\lambda'}\,d\lambda\,dz.$$

» En appliquant à cette intégrale double le raisonnement de Fourier, on voit que, tant qu'il y a une différence finie entre les périodes des deux cosinus, l'intégrale double reste finie quel que soit Z; son quotient par Z a donc pour limite zéro. Il n'en est plus de même si les arguments sont égaux; si $\lambda = \lambda'$, l'intégrale double tend alors vers $f(\lambda')C_2 Z$, et son quotient par Z vers $C_1 f(\lambda')$.

» Si l'on opère avec les longueurs d'onde du spectre visible, λ ne varie pas du simple au double; le terme (7), qui correspond à $i = 2$ ou à $\lambda = \lambda'$, est le seul qui ne se réduise pas à zéro (¹). On a alors

$$(8)\qquad \lim X = C_1 f(\lambda').$$

» On démontre d'ailleurs que $\lim Y = 0$; $\sqrt{X^2 + Y^2}$ se réduit à X.

» C_2 est une constante numérique. En se reportant à la définition de $f(\lambda)$, on voit que l'équation (8) signifie que l'image d'un élément dont la couleur est définie par $f(\lambda)$ affaiblit par réflexion les diverses radiations de la lumière incidente dans la même proportion que l'élément qui a servi d'objet; en d'autres termes, la couleur de l'image est la même que celle de l'objet.

» La théorie qui précède est non seulement un peu abrégée sur certains points, mais incomplète sur d'autres. Il y aurait à examiner l'influence de l'absorption. Cette influence complique le phénomène et les formules; mais les conclusions restent qualitativement les mêmes.

» Il est bon de remarquer également que j'ai supposé implicitement le

---

(¹) Si l'on supposait, au point de vue théorique, que λ et λ' puissent varier entre des limites quelconques, il y aurait lieu de considérer les autres valeurs de i. Chacun des termes correspondants représenterait une image d'ordre supérieur. L'œil d'ailleurs ne pourrait percevoir que les images d'ordre supérieur fournies par une source émettant des rayons infra-rouges.

dépôt photographique formé de molécules réfléchissantes disséminées suivant une loi déterminée dans un milieu d'ailleurs homogène. Il n'est pas impossible, au moins dans certains cas, que ce milieu lui-même ait été altéré chimiquement de telle façon que, tout en restant continu, il acquière un indice variable en fonction de l'espace, et un pouvoir réflecteur dû précisément à la variation de l'indice. L'examen de cette hypothèse exigerait une autre analyse. »

MÉCANIQUE. — *Note sur un problème de Mécanique;* par M. **A. Potier.**

« Dans la séance du 2 janvier 1894, M. J. Bertrand a rappelé l'attention sur un problème soulevé par lui en 1877 (1), et qu'il énonce ainsi :

» Un point matériel est sollicité par une force dont les composantes sont déterminées en fonction des coordonnées de ce point. Quelle est la loi de ces forces pour laquelle le point, quelles que soient les conditions initiales, décrit une section conique?

» Dans sa Communication, M. Bertrand démontre, fort simplement, que la force doit passer par un point fixe G, puis il achève la solution dans l'hypothèse où cette force est fonction de la distance seule. Halphen et M. Darboux avaient donné la solution générale du problème, dans le volume cité des *Comptes rendus*, sans faire cette restriction. Le mode de démonstration suivant me paraît conduire assez simplement au résultat obtenu par ces deux géomètres.

» Lorsqu'un point de masse égale à l'unité décrit une conique sous l'action d'une force constamment dirigée vers un point G, la valeur de cette force est, à chaque instant,

$$F = n^2 r \left(\frac{\delta_0}{\delta}\right)^3,$$

formule où n est le moyen mouvement, r la distance du mobile au point G, δ sa distance à la polaire Γ du point G par rapport à la conique, δ_0 la distance du centre à cette même polaire.

» Or, une trajectoire passant par un point M coupe nécessairement en

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIV.

un second point M_1 la droite GM, et si F_1 est la force en M_1

$$\frac{F}{F_1} = \frac{r}{r_1}\left(\frac{\delta_1}{\delta}\right)^3 = \frac{r_1^2}{r^2},$$

puisque δ et δ_1 sont proportionnels à r et r_1.

» Si donc les diverses trajectoires coupent GM en des points différents, la force doit varier le long d'une droite passant par G, en raison inverse du carré de la distance.

» Considérons maintenant deux trajectoires distinctes, l'une aux paramètres n, δ_0, l'autre aux paramètres n', δ'_0, et soient M et M' les intersections par une droite issue de G; on devra avoir $Fr'^2 = F'r^2$, ou

$$\frac{r}{\delta} : \frac{r'}{\delta'} = \frac{\delta_0}{\delta'_0}\left(\frac{n^2}{n'^2}\right)^{\frac{1}{3}};$$

ce rapport reste donc invariable quand la droite GMM' tourne autour du point G; ce qui exige que les tangentes réelles ou imaginaires menées de ce point aux deux coniques soient les mêmes; c'est-à-dire que l'équation générale de toutes les trajectoires soit

$$(1) \qquad \alpha x^2 + \beta xy + \gamma y^2 = [Mx + Ny + P]^2,$$

α, β, γ étant fixes, et M, N, P trois paramètres variables; la loi de la force est alors

$$F = \frac{r}{[\alpha x^2 + \beta xy + \gamma y^2]^{\frac{3}{2}}},$$

le moyen mouvement étant déterminé par la condition

$$n^2(Mx_0 + Ny_0 + P)^3 = 1,$$

si x_0, y_0 sont les coordonnées du centre.

» Mais il est possible que toutes les trajectoires issues de M rencontrent la droite GM en un point fixe M_1 ne dépendant que de la position du point M. Il est facile de voir alors que la polaire du point G par rapport à toutes ces trajectoires est la même. En effet, deux trajectoires quelconques se couperont en quatre points, deux à deux en ligne droite avec G. Dans ce cas l'équation générale des trajectoires étant mise encore sous la forme (1), les coefficients M, N, P seront fixes et α, β, γ trois paramètres variables; la force sera

$$F = \frac{r}{(Mx + Ny + P)^3},$$

et le moyen mouvement déterminé comme ci-dessus.

» Ce sont bien les lois données par M. Darboux.

» Quant à la loi du mouvement, on l'obtiendra en introduisant un angle auxiliaire θ qui joue le rôle de l'anomalie excentrique; x et y étant les coordonnées du mobile, on posera

$$x = A + a\sin\theta, \qquad y = B + b\sin(\theta - \varphi).$$

» Les paramètres A, B, a, b, φ ont une signification géométrique bien connue.

» En désignant alors par c la constante des aires, donnée par les conditions initiales qui déterminent aussi la forme de la trajectoire, il vient

$$x\,dy - y\,dx = [Ab\cos(\theta - \varphi) - aB\cos\theta + ab\sin\varphi]\,d\theta = c\,dt,$$

d'où

$$Ab\sin(\theta - \varphi) - aB\sin\theta + \theta ab\sin\varphi = ct + C,$$

qui se met facilement sous la forme

$$\theta - \psi - e\sin(\theta - \psi) = n(t - t_0).$$

» L'emploi de la variable θ permet de démontrer la proposition qui a servi de point de départ, sans passer par la formule de Binet, mais cet énoncé résulte immédiatement du scolie de la proposition XVII, du Livre I des *Principes* de Newton, comme l'a indiqué M. Glaisher [1]. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Études sur la formation de l'acide carbonique et l'absorption de l'oxygène par les feuilles détachées des plantes. — Expériences faites à la température ordinaire, avec le concours des actions biologiques;* par MM. **Berthelot** et **G. André**.

« Dans les expériences qui précèdent, nous avons cherché à définir certaines réactions purement chimiques, développées par dédoublement, hydratation et oxydation, aux dépens des feuilles des végétaux : la température de 100° à 110°, mise en jeu pour ces études, écartait toute influence biologique.

» Nous allons maintenant exposer des essais faits à la température ordinaire, avec le concours de ces mêmes influences. Ils comprennent deux

(1) *Monthly Notices*, t. XXXIX.

séries, l'une effectuée avec l'aide d'une dessiccation progressive. La méthode employée pour ces études est décrite dans une Note, à la suite de la présente.

5e Série. — *Dessiccation progressive, opérée à froid.*

» Voici les résultats observés :

» I. *Blé.* — Feuilles humides : 10gr,0, représentant à l'état sec 2,26 et contenant C = 0,9718.

Après 3 jours............	CO^2 extrait.	gr 0,0688	poids total calculé...	0,109
			poids restant........	0,040
Après 5 jours à la suite...	CO^2 »	0,021	poids total calculé...	0,033
			poids restant........	0,012

» Il semble donc que la fonction chlorophyllienne ait continué à s'exercer, faiblement d'ailleurs (0gr,007 absorbés).

Après 7 jours à la suite (15 jours en tout)....	CO^2	0,0183	poids total calculé...	0,0292

» Cette fois, au contraire, l'acide carbonique a crû d'une façon très marquée pendant la période envisagée.

» Mais, en poursuivant, nous avons constaté que cette production était arrêtée par le fait d'une dessiccation plus avancée.

» La quantité totale obtenue a été trouvée : 0gr,48 ; soit 5,26 pour 100 du poids des feuilles, l'acide carbonique contenant 3,3 pour 100 de leur carbone.

» Ces nombres sont plus que triples de ceux qui ont été observés avec le blé chauffé à 100°-110° dans un courant d'air : circonstance qui met en évidence les actions biologiques exercées aux dépens de la plante, pendant sa dessiccation. On voit en même temps quel peut être l'ordre de grandeur des pertes de poids de la matière organique du foin pendant sa dessiccation.

» II. *Corylus avellana.* — Feuille pesant : 12gr,3 ; à l'état sec : 5gr ; contenant C = 2gr,336.

Après 5 jours..........	CO^2 = gr 0,0403	poids total calculé.......	0,0636
		poids restant............	0,0232
6 jours à la suite.	CO^2 = 0,0233	poids total calculé.......	0,0368
		poids restant............	0,0135
4 jours à la suite.	CO^2 = 0,0160	poids total calculé.......	0,025
		poids restant............	0,0093
7 jours à la suite.	CO^2 = 0,0063	poids total calculé.......	0,010
		poids restant............	0,0037
22 jours			

» Le dégagement de l'acide carbonique a continué entre le 5ᵉ et le 15ᵉ jour, les excès respectifs étant, du 8ᵉ au 11ᵉ, 0,0136; du 11ᵉ au 15ᵉ, 0,0115; mais il a cessé à partir de ce moment.

» L'acide carbonique total s'est élevé à $0^{gr},0895$; soit 1,76 pour 100 du poids des feuilles sèches, contenant 1,3 pour 100 de leur carbone.

» Le premier nombre l'emporte de 0,68 pour 100; le second étant double, par rapport au poids correspondant observé dans un courant d'air à 100°-110° : ce qui représente les actions biologiques exercées pendant la dessiccation des feuilles de coudrier à la température ordinaire.

» III. *Sedum maximum*. — Cette plante étant gorgée d'eau, et douée d'une structure spéciale, sa dessiccation s'accomplit avec une lenteur excessive. Il en résulte que le dégagement de l'acide carbonique est fort irrégulier; il a fallu trois mois pour arriver à une dessiccation complète, et pendant ce temps, aux actions biologiques internes de la plante se sont ajoutées des influences microbiennes externes, dues à l'intervention de Mucédinées, fort visibles d'ailleurs. Les effets observés répondent à la marche des altérations progressives d'une plante semblable, morte mais humide, exposée à l'air dans les conditions naturelles.

» Voici les résultats observés :

» Poids des feuilles humides : $17^{gr},80$; sèches : $1^{gr},52$; renfermant C = 0,6724.

	jours		Poids total calculé.	Poids restant.
Après	8........	CO^2 = 0,0354 gr	0,0561 gr	0,0207 gr
Après	11 à la suite.	0,0545	0,0853	0,0318
Après	11........	0,0366	0,0579	0,0213
Après	30........	0,0894	0,1474	0,058
Après	12........	0,0503	0,0796	0,0293
Après	10........	0,0369	0,0584	0,0215
Après	13........	0,0367	0,0581	0,0214
Après	11........	0,0072	0,0114	0,0042
Après	21........	0,0019	0,0030	0,0011
	127........	0,3489		
		11		
		0,350		

» D'après ces nombres, le dégagement de l'acide carbonique a cessé seulement après deux mois et demi. Au début, il était en moyenne de 7^{mgr} par jour, il est descendu jusqu'à $1^{mgr},7$ (après deux mois), pour remonter à $2^{mgr},9$, puis diminuer de nouveau : variation corrélative de l'action des moisissures.

» Les phénomènes observés dans ces conditions sont fort différents des précédents. Le poids de l'acide carbonique exhalé s'élève à 23 centièmes du poids de la matière et la proportion du carbone qu'il renfermait a 14,1 du poids du carbone de celle-ci, d'après son analyse élémentaire. Nous avons trouvé en effet :

	Produit initial.	Produit final.	Perte.
C	= 0,6724	0,4959	0,1765
H	= 0,0819	0,0565	0,0254
Az	= 0,0218	0,0207	0,0011
O	= 0,6111	0,4257	0,1854
Cendres...	0,1328	0,1404	0,0076
	1,5200	1,1392	0,3808

» La perte totale s'élève à 25,1 centièmes, soit un quart du poids de la matière initiale.

» Voici comment elle se décompose :

» Sur les $0^{gr},1765$ de carbone perdu, on doit déduire d'abord $0^{gr},0955$, un peu plus de moitié, éliminé à l'état d'acide carbonique, contenant 14,1 pour 100 du poids de carbone. Reste près de moitié de la perte, soit $0^{gr},0810$ ou 125 pour 100 du poids de son carbone, éliminé sous forme de composés volatils indéterminés (absorbables par l'acide sulfurique du dessiccateur).

» L'azote, circonstance remarquable, est demeuré invariable, dans les limites d'erreur des expériences. Il en est de même des cendres : ce qui fournit un contrôle pour l'exactitude de celle-ci. Le poids de l'oxygène perdu, divisé par 8, soit $0^{gr},0232$, fournit un nombre très voisin de celui de l'hydrogène perdu, soit $0^{gr},0254$; ce qui montre que le dernier élément a été éliminé principalement à l'état d'eau, ou de composés volatils équivalents à un hydrate de carbone, tel que l'acide acétique.

» S'il s'était produit une dose notable d'alcool, ou de carbures gazeux, la formation de ces corps devrait se traduire par la perte d'un excès correspondant d'hydrogène.

» Ceci prouve que l'oxygène, fixé sur le carbone dans la formation de l'acide carbonique, provenait à peu près en totalité de l'oxygène de l'air, à l'exclusion de celui de la plante : l'acide carbonique n'a donc pas été produit par des ferments anaérobies, contrairement à ce que l'on a supposé dans la fermentation alcoolique. On observera encore que le rapport en volume de l'acide carbonique exhalé, comparé à l'oxygène fixé, a été sensiblement égal à l'unité; précisément comme dans les phénomènes respiratoires des animaux.

» Mais si ce rapport est observé dans le cours d'une oxydation profonde provoquée par les Mucédinées, telle que celle-ci, il n'en est plus de même au début d'une oxydation peu avancée, telle que celle qui a été observée à 100° dans un matras scellé : sans doute parce qu'une telle oxydation porte d'abord et de préférence sur les principes oxydables, peu abondants d'ailleurs, que renferme le végétal; tandis qu'une oxydation plus avancée finit par s'exercer principalement sur les hydrates de carbone, qui en constituent la masse fondamentale.

» C'est ce que confirme l'analyse élémentaire du produit initial et du produit final, sur lesquels a porté la présente expérience.

» Rapportons, en effet, chacun d'eux à 100 parties (cendres déduites).

	Produit initial.	Produit final.
C	48,5	49,6
H	5,9	5,7
Az	1,6	2,1
O	44,0	42,6

» A première vue, on s'aperçoit que la composition centésimale a à peine changé, sauf pour l'azote, dont la proportion relative s'est accrue du tiers. Si nous admettons que cet azote est susceptible de former avec l'hydrogène de l'ammoniaque, éliminable soit en nature, soit après hydratation, il restera 5,6 d'hydrogène dans le produit initial. Or, l'oxygène de ce produit exigerait 5,5 d'hydrogène pour former de l'eau, soit le même poids sensiblement. De même dans le produit final, il restera 5,3 d'hydrogène, poids précisément égal à celui qui formerait de l'eau avec l'oxygène.

» On peut représenter ces nombres par les relations empiriques que voici. Le produit initial, aussi bien que le produit final, répond à un hydrate de carbone. Ce produit est voisin des rapports bruts $C^6H^8O^4$ et 12 parties de cet hydrate en poids seraient associées avec 2 équivalents d'ammoniaque dans le produit initial; or 3 de ces parties auraient été détruites intégralement dans la formation du produit final, sans séparation d'ammoniaque. Bref, les choses se sont passées comme si une molécule complexe formée par la condensation de plusieurs molécules primaires d'un tel hydrate de carbone, ou plutôt du glucose générateur $C^6H^{12}O^6$, s'était transformée en une molécule complexe moins condensée, par suite de la destruction intégrale de plusieurs des molécules primaires glucosiques, et cela sans qu'il y ait eu fixation d'eau ou d'oxygène sur la molécule organique. Les choses se passeraient à peu près de la même manière que

lorsqu'un composé dérivé d'un carbure C^nH^{2p} se change en son homologue inférieur, dérivé du carbure $C^{n-m}H^{2(p-m)}$, par suite de la destruction, au sein du composé initial, de *m* molécules du carbure CH^2 fondamental. Peut-être est-il plus simple de supposer que les hydrates de carbone seuls ont été détruits par oxydation, à l'exclusion des principes azotés.

SIXIÈME SÉRIE. — *Action de l'oxygène, à froid, sans dessiccation.*

» Dans cette expérience, on a étudié les actions oxydantes déterminées à la fois par les influences cellulaires internes et par les mucédines extérieures, pendant un laps de temps considérable, en dosant à la fois l'oxygène absorbé et l'acide carbonique produit.

» Dans un matras de 155^{cc} environ, on a introduit $10^{gr},6$ de feuilles fraîches de *Corylus avellana,* pesant à l'état sec $4^{gr},38$ et renfermant $C = 2,0616$. On a ajusté le matras avec une trompe à mercure, à l'aide de joints imperméables, et l'on y a fait le vide rapidement. Cela fait, on a laissé rentrer peu à peu de l'air ordinaire, à une température et sous une pression connue : le matras était bien éclairé. Au bout de vingt-quatre heures, on extrait les gaz; on les mesure et on les analyse (acide carbonique, oxygène, azote) : on réintroduit de l'air, etc.

» Pendant la première semaine, on a répété ces opérations tous les jours, plus tard tous les deux ou trois jours, et cela pendant trois mois et demi; on a pratiqué en tout 46 extractions de gaz et analyses, le volume total de l'air introduit s'élevant à $7^{lit},285$.

» Il se forme ainsi de l'acide carbonique et il disparaît de l'oxygène. Au début, ces phénomènes paraissent dus principalement aux réactions internes des feuilles. Mais, au bout d'une semaine, des moisissures apparaissent et provoquent des effets spéciaux de décomposition et de combustion lente, très dignes d'intérêt par leur analogie avec ce qui se passe dans la décomposition des débris végétaux humides, abandonnés au contact de l'air dans la nature.

» A la fin de l'expérience, on dessèche le produit, d'abord dans le vide, à une douce chaleur, en condensant l'eau à l'aide d'un mélange réfrigérant; puis à l'étuve, à 110°. On pèse le résidu et l'on en fait l'analyse élémentaire.

» Pendant la première semaine, le rapport en volume entre l'acide carbonique formé et l'oxygène absorbé est demeuré assez voisin de 1, soit $\frac{46}{57}$. Les jours suivants, il y a eu absorption d'oxygène, sans production d'acide

carbonique : ce qui semble indiquer le terme des réactions internes.

» Puis, les deux phénomènes ont repris, sous l'influence de moisissures très visibles : le volume d'oxygène absorbé demeurant en général supérieur à celui de l'acide carbonique. L'expérience a été prolongée pendant trois mois et demi, et l'on a dû y mettre fin, sans que le terme en fût atteint, et même sans qu'il parût y avoir un ralentissement marqué dans les réactions, lesquelles semblaient susceptibles de se prolonger jusqu'à destruction totale de la matière organique.

» A ce moment, l'acide carbonique total s'élevait à $900^{cc},3$ (gaz réduit), soit $1^{gr},7735$. L'oxygène absorbé $= 1013^{cc},1$, pesant $1^{gr},4488$.

» On voit que le rapport en volume $\frac{CO^2}{O} = 0,89$; c'est-à-dire $\frac{O}{CO^2} = 1,12$.

» Excès de l'oxygène absorbé par rapport à celui que renferme CO^2 : $0^{gr},159$.

» Poids du carbone contenu dans CO^2 : $0^{gr},4837$.

» Le poids de l'acide carbonique dosé s'élève à 41 pour 100 du poids de la matière, et il renferme 23,5 pour 100 du poids de son carbone.

» Le poids de l'oxygène fixé représente 70,3 pour 100 du poids de la matière.

» On voit que l'oxydation a été poussée bien plus loin cette fois, que dans l'expérience faite avec le *Sedum*, la dessiccation n'y ayant pas mis un terme.

» L'eau distillée dans le vide, à la fin de l'expérience, et dont le poids recueilli s'élevait à près de 5^{gr}, ne contenait ni alcool, ni acide acétique.

» L'analyse élémentaire a donné :

	Produit initial séché à 110°.	Produit final séché à 110°.	Perte.
C	2,0616	1,5174	0,5442
H	0,2645	0,1796	0,0849
Az	0,1030	0,1090	−0,006
O	1,6368	1,0654	0,5714
Cendres	0,3141	0,3360	−0,022
	$4^{gr},3800$	3,2074	1,1726

» Perte totale : 26,8 pour 100, se décomposant comme il suit :

» Sur $0^{gr},5442$ de carbone perdu, on doit en déduire $0^{gr},4837$, c'est-à-dire les $\frac{8}{9}$, éliminés à l'état d'acide carbonique, contenant 23,5 pour 100, soit environ le quart du poids du carbone initial : reste $0^{gr},0605$, soit

3 pour 100 du carbone, éliminé sous forme de composés volatils indéterminés, qui ne sont ni de l'alcool, ni de l'acide acétique.

» L'azote est demeuré invariable, dans les limites d'erreur : la stabilité des composés azotés de la feuille, dans ces conditions, est digne de remarque. Les cendres retrouvées à la fin l'emportent légèrement sur les cendres initiales : ce qui résulte, soit de la difficulté d'opérer les analyses sur une matière tout à fait homogène, soit et plutôt de l'attaque du verre, au contact des feuilles humides, contact prolongé pendant trois mois et demi.

» Le poids de l'oxygène perdu, divisé par 8, donne $0^{gr},0718$, chiffre inférieur au poids de l'hydrogène éliminé; la différence, soit $0^{gr},131$, aurait exigé pour être changée en eau $0^{gr},1048$ d'oxygène. Ce poids est inférieur à l'excès d'oxygène absorbé pendant l'expérience (par rapport à celui que renferme l'acide carbonique) de $0^{gr},056$; soit 4 pour 100 de l'oxygène total. La matière en définitive a donc pris de l'oxygène, en sus des proportions de l'eau : soit 1,7 pour 100 du poids du produit final et 1,2 pour 100 du produit initial. Cet excès d'oxygène est en somme bien faible.

» Si nous comparons la composition centésimale du produit initial et celle du produit final (cendres déduites) nous trouvons :

	Produit initial.	Produit final.
C	50,7	52,9
H	6,5	6,3
Az	2,5	3,8
O	40,3	37,0

» Il est facile de reconnaître que, l'azote étant supposé éliminé à l'état d'ammoniaque, la matière restant renferme, au début comme à la fin, un excès d'hydrogène par rapport à la composition d'un hydrate de carbone : excès qui a diminué d'un dixième environ par le fait de l'oxydation. Pour préciser, les rapports atomiques bruts sont, pour les produits initial et final :

$$C^{4,2}(H^2O)^{2,5}H^{1,0} + (AzH^3)^{0,18} \ldots C^{4,4}(H^2O)^{2,3}H^{0,9} + (AzH^3)^{0,27}.$$

» On voit par là que la composition élémentaire de la feuille de coudrier n'est pas la même que celle du *Sedum*. Cependant, en somme, l'oxydation effectuée dans les conditions de nos expériences est représentée en majeure partie par le même phénomène fondamental, c'est-à-dire par la destruction intégrale de plusieurs des molécules glucosiques primaires, génératrices des hydrates de carbone qui constituent la feuille végétale;

ces molécules glucosiques étant brûlées avec formation d'eau et d'acide carbonique comme dans la nutrition des animaux.

» Dans cette dernière, à la vérité, les matières azotées sont également brûlées; mais avec cette circonstance similaire très digne d'intérêt, que le carbone et l'hydrogène seuls sont éliminés sous forme de composés suroxydés, l'azote au contraire s'éliminant sous une forme équivalente à l'ammoniaque, je veux dire à l'état de composés amidés et spécialement d'urée, transformable en ammoniaque par simple hydratation. Ni dans l'économie animale, ni dans les feuilles oxydées par les ferments actuels, l'oxydation ne paraît donc porter sur l'azote ammoniacal ou amidé.

» Peut-être n'est-il pas superflu d'ajouter que l'oxydation des feuilles dégage nécessairement une certaine quantité de chaleur, quantité qui peut être évaluée approximativement, d'après les analyses précédentes? Elle sera, en effet, pour chaque molécule glucosique brûlée, voisine de la chaleur de combustion de la cellulose : soit $115^{c},7$ pour chaque atome de carbone (12^{gr}) changé en acide carbonique, répondant à la combustion de 27^{gr} de matière organique et à l'absorption de 39^{gr} d'oxygène. D'après ces nombres et le poids de la matière des feuilles brûlée en trois mois et demi, on peut évaluer la chaleur dégagée pendant un jour. Or elle aurait été capable d'élever de 8° par jour la température de la matière soumise à l'oxydation, si cette chaleur n'avait pas été dissipée par rayonnement, convection, etc.; ce qui représente une quantité égale au quart de la chaleur animale développée dans l'organisme humain. Il est clair que, dans le cas où l'on opérerait sur des masses de feuilles suffisantes, cette chaleur, ne se dissipant pas en totalité, tendrait à en élever la température jusqu'à un degré supérieur à celle du milieu ambiant; mais l'énergie ainsi perdue ne se renouvellerait pas indéfiniment, comme il arrive chez les animaux supérieurs, parce que, dans ces conditions, la matière végétale consommée n'éprouve point de régénération. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur une méthode destinée à étudier les échanges gazeux entre les êtres vivants et l'atmosphère qui les entoure;* par M. **Berthelot**.

« L'étude des échanges gazeux entre les êtres vivants et l'atmosphère ambiante offre une grande importance dans une multitude de questions, telles que celles qui concernent la respiration animale et végétale, la fonction chlorophyllienne des plantes, etc. Elle a été faite d'ordinaire en

extrayant et en analysant la totalité des gaz mis en rapport avec les êtres vivants, dans un temps donné; ce qui offre de grandes difficultés expérimentales et expose souvent à entraver, ou à modifier, les conditions de leur existence normale. C'est pourquoi il n'est pas sans intérêt d'exposer une méthode différente, qui permet d'étudier la marche des phénomènes d'une manière continue et sans en troubler le jeu normal, en opérant au sein de capacités suffisamment vastes pour que la vie animale ou végétale puisse se poursuivre dans des conditions faciles et uniformes.

» L'exemple suivant, relatif aux feuilles des plantes, montrera comment cette méthode peut être appliquée.

» Les feuilles sont disposées dans une capsule à fond plat, en couche très mince, au-dessus d'une large conserve remplie d'acide sulfurique concentré, le tout sous une grande cloche jaugeant $4^{\text{lit}},50$ environ et ajustée sur une plaque de verre dépoli. Au bout de quelques jours, on y fait passer lentement, bulle à bulle, par aspiration, un courant d'air pur et sec, introduit vers le centre de la cloche, et durant quatre à cinq heures; l'extraction des gaz sortants ayant lieu à la partie supérieure. On fait passer un volume d'air (déterminé par le volume d'eau écoulée de l'aspirateur) égal au volume de l'air contenu dans la cloche et l'on dose, par pesée, au moyen de la potasse, l'acide carbonique contenu dans l'air extrait de la cloche. Cette opération a été répétée une ou deux fois par semaine, jusqu'à ce que la décroissance régulière du poids de l'acide carbonique indiquât qu'il n'y avait plus production nouvelle de ce gaz; son développement étant arrêté par l'effet de la dessiccation, qui suspend toute réaction vitale.

» Or la proportion de l'acide carbonique contenu dans la cloche au moment de chaque épuisement est facile à calculer, d'après la quantité extraite dans ces conditions. Soit en effet une cloche de capacité V, exprimée en centimètres cubes, renfermant un poids total p d'acide carbonique. Introduisons au centre une bulle d'air représentée par v, volume très petit par rapport à V, et admettons qu'elle se répande uniformément dans la masse; ce qui peut être admis à partir de la seconde bulle au moins, en moyenne, lorsque v est très petit et le courant gazeux très lent. Faisons sortir de la cloche un volume gazeux égal, v. Ce volume renferme un poids d'acide carbonique égal à $p\frac{v}{V}$, et il reste dans la cloche $p\left(1-\frac{v}{V}\right)$. Après la seconde bulle, il restera $p\left(1-\frac{v}{V}\right)^2$; après la n^e, $p\left(1-\frac{v}{V}\right)^n$; chaque

bulle représentant une fraction de centimètre cube, répondant à l'écoulement de 1 ou 2 gouttes d'eau seulement.

» Posons $nv = V$, ce qui répond à notre manière expérimentale de procéder [1]; v étant très petit, on aura sensiblement

$$p\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{6} + \frac{1}{24} - \frac{1}{120}\ldots\right) = 0,368\ldots p;$$

et après m opérations de ce genre :

$$p(0,368)^m \text{ sensiblement.}$$

» Le poids de la première dose d'acide carbonique extraite sera les 0,632 du poids initial; le poids restant dans la cloche, les 0,368, c'est-à-dire $\frac{1}{2}(1+\frac{1}{6})$ du poids déjà extrait; le second poids extrait, sera les 0,232 du poids initial, etc.; de telle sorte que, par chaque double épuisement, la quantité restante décroîtra à peu près suivant les puissances de la fraction $\frac{1}{7}$. Entre les quantités extraites dans deux opérations successives, le rapport devra être représenté par $\frac{1}{3}(1+\frac{1}{10})$.

» Dans le cas où les poids observés s'écartent considérablement de ces rapports, on peut en tirer des conclusions intéressantes. En effet, si l'acide carbonique obtenu dans la dernière extraction est en excès, c'est que les feuilles ont continué à émettre de l'acide carbonique; si, au contraire, il est en défaut, c'est que les feuilles ont conservé assez de vitalité pour décomposer l'acide carbonique sous l'influence de la lumière.

» On peut étudier ainsi d'une manière continue la production de l'acide carbonique par la plante.

» Il est clair que cette méthode s'appliquerait également au dégagement ou à l'absorption de tout autre gaz, en variant convenablement les procédés d'analyse.

» Elle permettra d'étudier la respiration des animaux, en les plaçant dans une capacité considérable par rapport à leurs dimensions propres, c'est-à-dire dans des conditions de vie régulière, et sans les enfermer dans des espaces trop étroits et assujettis à des variations intermittentes de pression, qui troublent le phénomène normal. En un mot, cette méthode paraît susceptible de nombreuses applications physiologiques. »

---

[1] On pourrait évidemment adopter tout autre rapport; la méthode resterait la même.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la méthode chronostylographique et ses applications à l'étude de la transmission des ondes dans les tuyaux;* par M. A. CHAUVEAU.

« La présente Note n'est qu'un prétexte à exhibition de graphiques. Elle n'a d'autre but ou d'autre portée que de signaler l'application possible, à l'étude d'un certain nombre de phénomènes physiques délicats, d'un dispositif expérimental imaginé pour des démonstrations physiologiques de salle de cours. Les tracés que je présente à l'Académie ont été obtenus, en effet, sous les yeux du public, pendant des leçons consacrées à la description de l'outillage spécial de mon nouveau laboratoire au Muséum d'Histoire naturelle. Voici à quel propos ont été entreprises les démonstrations auxquelles se rapportent ces graphiques.

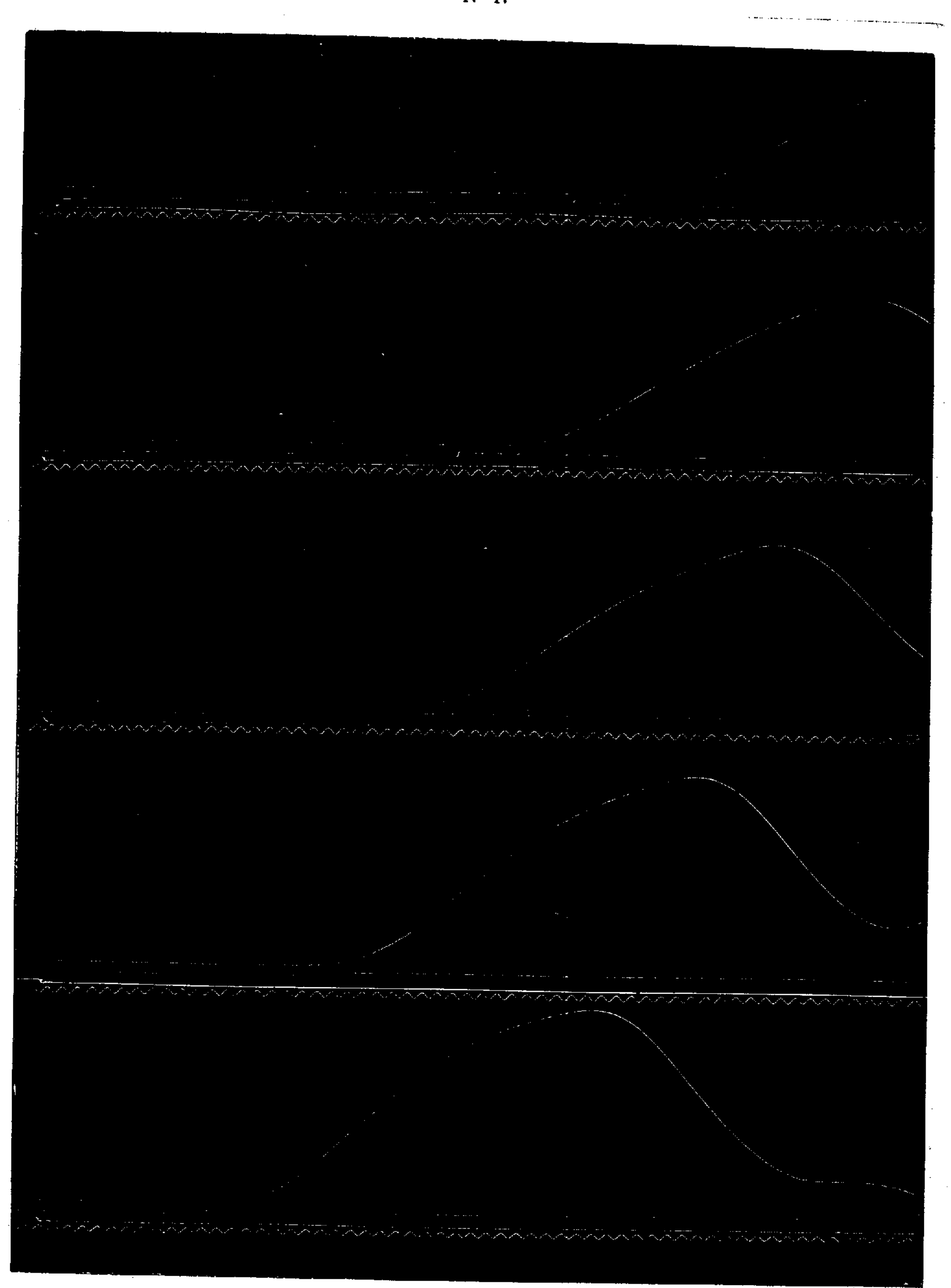
» Parmi les instruments qui composent cet outillage nouveau de mon laboratoire, figurent deux polygraphes de construction particulière, dont un à projection. Celui-ci permet de montrer, en cours même de génération et considérablement agrandies, les courbes des phénomènes mécaniques de toutes sortes qui se passent dans l'économie animale.

» C'est avec ces deux appareils que s'exploite chez moi la *méthode chronostylographique* (¹). Ils mériteraient une description spéciale. Néanmoins, je me bornerai, en ce qui les concerne, à signaler le seul détail qui se rapporte au sujet sur lequel je désire appeler l'attention. Comme avec tout autre appareil de même genre, les courbes sont tracées par le style d'un organe récepteur, auquel une colonne d'air, renfermée dans un tube, communique les impulsions reçues par l'organe transmetteur correspondant. Mais la longueur de ce tube dépasse de beaucoup celle qui est habituellement adoptée dans l'emploi des autres polygraphes ou enregistreurs phy-

---

(¹) Mon excellent confrère et ami M. J. Marey, avec lequel j'ai été heureux de m'associer autrefois, pour l'une des premières applications physiologiques de la *chronostylographie*, a, non pas abandonné, mais délaissé cette méthode, pour s'attacher surtout à la *chronophotographie*. Les magnifiques résultats qu'il a obtenus avec cette dernière ne m'ont pas détourné de la première. Du reste, le plus grand nombre des phénomènes mécaniques et physiques *intérieurs* de l'organisme animal ne sont accessibles qu'à la seule *chronostylographie*. Il n'était donc pas inutile de chercher à en perfectionner l'outillage. J'y ai appliqué mes efforts.

N° 1.



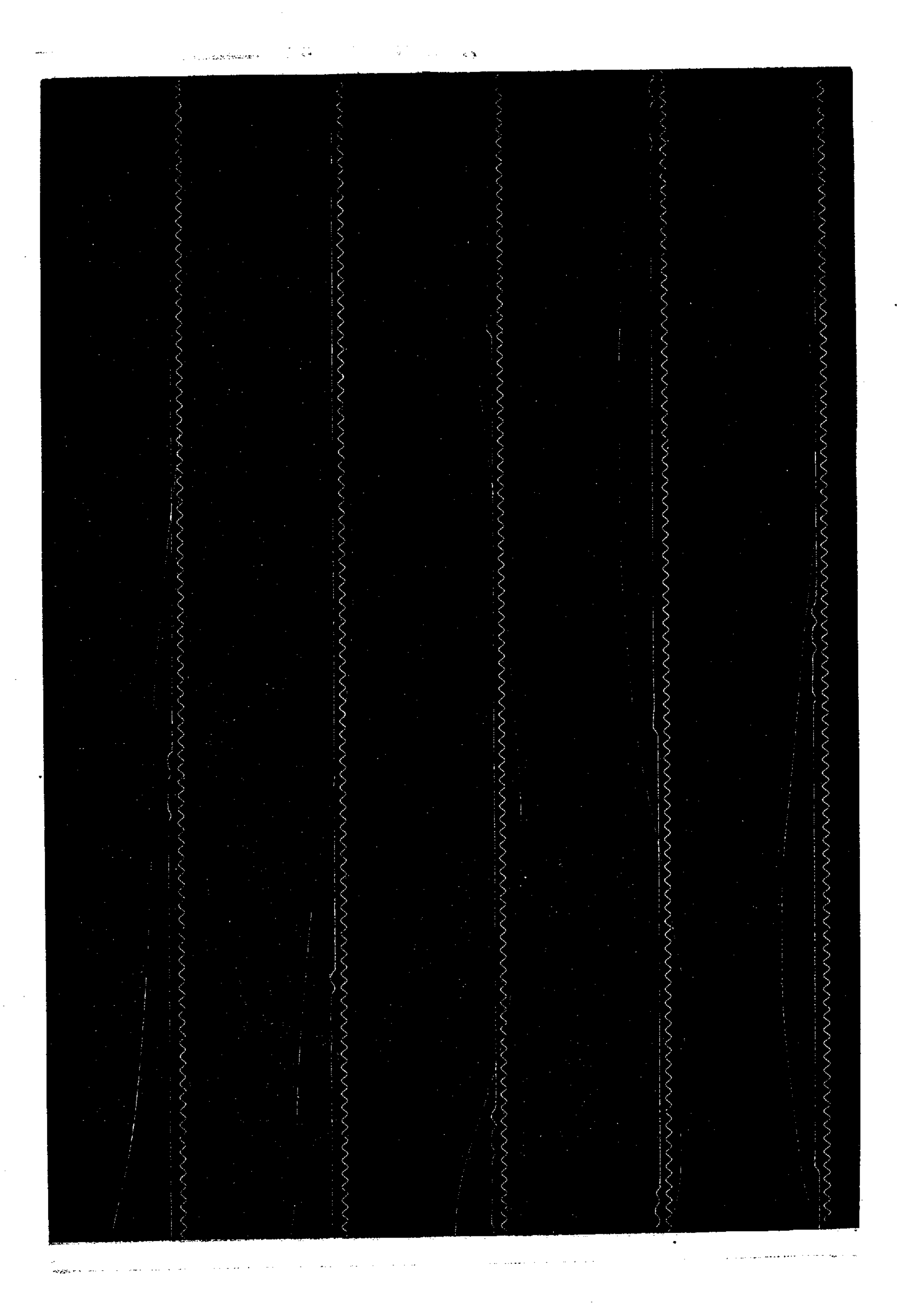
siologiques. En effet, avec mon installation, les sujets porteurs des organes transmetteurs sont placés loin de la salle où se trouvent les organes inscripteurs : la distance, en certains cas, n'est pas inférieure à 15^{m}-20^{m}. Pour éviter que les impulsions reçues par les transmetteurs n'arrivent plus ou moins déformées aux récepteurs, il convenait donc de déterminer les meilleures dispositions à donner aux tubes intermédiaires. J'ai été amené ainsi à faire des recherches et des démonstrations sur le transport des ondes dans des tuyaux de forme, de longueur et de diamètre variés.

» Ces expériences ont été exécutées avec un dispositif expérimental primitivement appliqué à l'étude de la vitesse de propagation des excitations des nerfs moteurs des mammifères ([1]), et pour la création duquel je m'étais, du reste, inspiré en partie de l'instrumentation employée par Regnault dans ses recherches sur la transmission du son. Pour adapter mon dispositif à l'étude des ondes qui se propagent à l'intérieur des tuyaux, je n'ai eu qu'à introduire dans ce dispositif une très légère modification. Tel qu'il fonctionne pour cette seconde destination, l'appareil se compose essentiellement d'un transmetteur et d'un récepteur, identiques de forme (tambours à membrane et à levier) reliés l'un à l'autre par le tube dans lequel on se propose d'étudier les caractères du cheminement des ondes. Quand on exerce un appui brusque et instantané sur le levier du transmetteur, celui du récepteur s'élève puis s'abaisse. L'impulsion imprimée à la membrane du transmetteur donne naissance en effet à une demi-onde condensée, immédiatement suivie d'une demi-onde dilatée, lesquelles se propagent jusqu'à la membrane du récepteur. Dans les deux organes, le début du déplacement de la membrane peut être indiqué par la rupture d'un courant qui actionne un signal Marcel Deprez. Les deux signaux inscrivent leurs indications à côté de celles d'un diapason chronographe à 500 vibrations doubles. En même temps, un style extrêmement léger, dont est muni le levier du récepteur, trace la forme des ondes et donne la mesure de leur intumescence.

» J'ai eu recours à bon nombre de combinaisons variées pour étudier ces ondes, au point de vue spécial qui m'intéressait. Les graphiques que m'ont donnés ces combinaisons m'ont renseigné sur plusieurs ordres de faits, qu'il serait à propos de faire connaître, s'il était possible de reproduire les beaux tracés qui en donnent la démonstration. Malheureusement

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXVII; 1878.

N° 2.



mes feuilles de graphiques sont pour cela beaucoup trop grandes (76^{cm} sur 58^{cm}). Pour donner une idée de mes résultats, je dois me borner à l'insertion d'une reproduction, en héliogravure, de tracés fragmentaires plus ou moins défectueux et peu exacts, mais présentant l'avantage de pouvoir tenir dans le cadre des pages des *Comptes rendus*. Ces tracés, du reste, par leur physionomie d'ensemble, représentent assez heureusement ce qu'ils veulent exprimer, c'est-à-dire l'influence de la longueur des tubes sur la forme de l'onde et la durée de sa propagation.

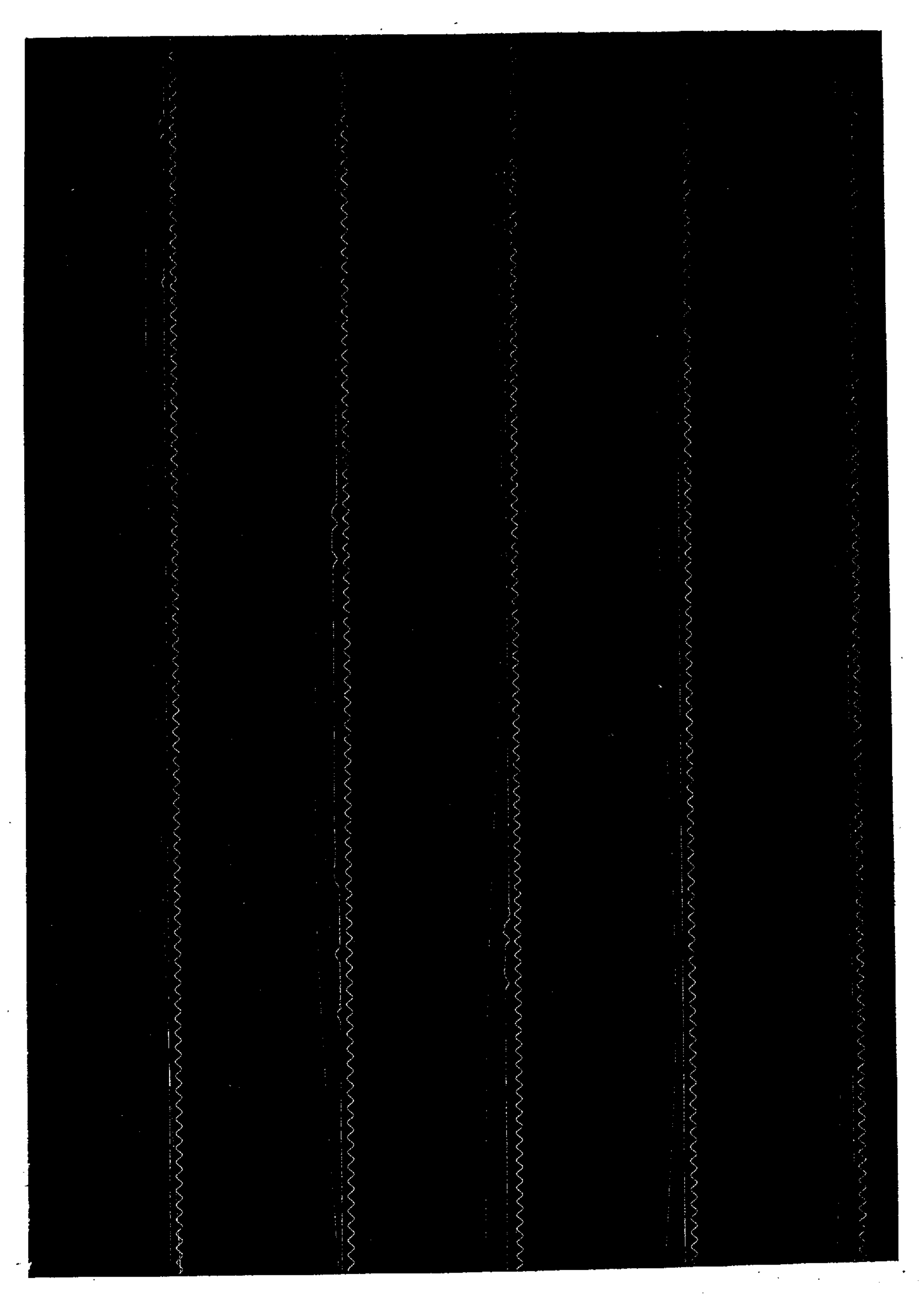
» Le n° 1 a surtout pour but de montrer le retard que subit le transport de l'onde, quand le tube (tube étroit : 7^{mm}) où celle-ci chemine, tube d'abord très court, est allongé cinq fois de $3^{m},40$ successivement. Dans chacune des cinq séries de tracés, la ligne inférieure représente le temps en millièmes de seconde. La deuxième marque le moment du départ de l'onde; la troisième l'arrivée de son front sur la membrane du récepteur. Quant à la quatrième ligne, elle figure l'onde elle-même par la représentation de la courbe des impulsions communiquées à cette membrane du récepteur.

» Le n° 2 et sa suite, le n° 2 *bis*, ont été pris dans les mêmes conditions que le n° 1. Seulement on a supprimé le contact actionnant le signal indicateur de l'arrivée de l'onde au récepteur; d'où faculté donnée au levier de celui-ci de tracer librement l'onde de retour.

» Rien ne serait plus facile que d'obtenir ces tracés d'une manière à peu près irréprochable. Il suffirait de quelques améliorations insignifiantes au dispositif instrumental et de l'observation de quelques précautions qu'il ne m'était pas possible de prendre dans les conditions où j'ai dû opérer. La chronographie pourrait même atteindre un rare degré de précision. En effet, avec mon instrumentation, la demi-ondulation du diapason répondant au millième de seconde prend couramment sur les tracés un développement de 5^{mm} à 6^{mm}, intervalle qui, allongé par l'intervention de grossissements à la loupe, peut être facilement divisé en 10, 15, 20 parties. Ce qui permet de déterminer le temps avec une approximation poussée au $\frac{1}{10000}$ ou même au $\frac{1}{20000}$ de seconde. Les graphiques sur plaques de verre, agrandis par la projection, se prêtent naturellement à cette division extrême du temps.

» Les tuyaux courts, qui sont d'un maniement si facile, permettent donc, avec l'instrumentation dont il vient d'être question, l'étude et la démonstration des faits relatifs à la propagation des ondes. »

N° 2 (suite).



ZOOLOGIE. — *Observations sur les* Æpyornis *de Madagascar;* par MM. A. MILNE-EDWARDS et ALFRED GRANDIDIER.

« Les découvertes qui ont été faites récemment à Madagascar fournissent des renseignements nouveaux sur l'histoire des *Æpyornis*. Les premières notions que nous ayons eues relativement à ces oiseaux gigantesques datent de 1851; elles sont dues à I. Geoffroy Saint-Hilaire qui fit alors connaître des œufs et quelques fragments osseux trouvés dans le sud, près du port des Masikoro (Machicora). L'étude de ces pièces permit à ce savant zoologiste de classer l'*Æpyornis* parmi les Brévipennes, mais elle ne porta cependant pas la conviction dans tous les esprits, car Valenciennes, loin d'admettre le rapprochement proposé par Geoffroy, regardait l'*Æpyornis* comme une sorte de Pingouin et Bianconi voulait voir en lui un grand Rapace et peut-être l'oiseau Roc dont parle Marco Polo.

» L'un de nous, pendant une exploration de Madagascar, fit faire des fouilles dans un terrain marécageux de la côte ouest, à Ambolisatra ou Amboulitsatre, et il y découvrit plusieurs os du même oiseau qui furent l'objet d'un travail publié en 1869 et dans lequel nous montrâmes que l'Æpyornis constitue, parmi les Brévipennes, un type caractérisé par ses formes massives et par ses pattes énormes. Nous avons aussi reconnu que les ossements d'Ambolisatra provenaient de trois espèces distinctes : l'*Æpyornis maximus*, l'*Æ. medius* et l'*Æ. modestus*.

» De nouveaux matériaux d'étude viennent de nous arriver. Ils ont été recueillis sur divers points de Madagascar. La collection la plus importante a été faite au centre même de l'île, à Antsirabé (¹), par M. Georges Muller

(¹) Antsirabé est une ville située à 3 journées de marche de Tananarive à 125^{km} environ dans le sud-sud-ouest par 19°52′45″ de latitude sud et 44°40′00″ de longitude est, à 1500^{m} au-dessus du niveau de la mer; les petites plaines au milieu desquelles elle se trouve entre le Sahalambo et le Sahatsio, affluents du Manandona qui va se jeter dans la Mania, comme toutes celles qui existent dans cette partie du grand massif central, étaient jadis des lacs que le temps a desséchés. A côté d'Antsirabé, il y a plusieurs sources thermales, dont les eaux, très calcaires, ont une température de +37° et +46° et déposent des concrétions abondantes qu'exploitent de nombreux forçats malgaches pour en faire de la chaux avec laquelle on construit les principaux édifices de la capitale de l'île, Tananarive. Le Dr Rosaas, missionnaire norvégien, établi depuis longtemps dans cette région, s'est employé avec la plus grande obligeance à aider les recherches de M. G. Muller.

et envoyée au Muséum d'Histoire naturelle, avant son départ pour le nord. C'est pendant cette dernière expédition qu'il fut assassiné sur la route de Mojanga par une troupe de pillards Sakalaves ou Fahavalo. Il laissait son œuvre inachevée, mais il avait déjà rendu à la Science des services importants, et, si la mort ne l'avait pas arrêté, son nom aurait certainement pris place à côté des explorateurs les plus méritants.

» D'autres ossements nous sont parvenus par les soins de M. Samat, négociant à Mouroundava; ils avaient été recueillis dans le sud-ouest.

» Enfin, M. Grevé a découvert sur la côte ouest, entre Bélo et Mouroundava, de nouveaux gisements fossilifères, et il a procuré au Muséum de belles pièces de squelettes d'*Æpyornis*. Ce sont ces matériaux qui nous permettent de faire une étude plus complète des oiseaux disparus de Madagascar et de reconnaître qu'ils se rapportent à des espèces nombreuses et variées.

» Les *Æpyornis* constituent une famille représentée par des formes très diverses; on en compte aujourd'hui au moins douze, les unes de grande taille, les autres de dimensions médiocres. Les premières avaient plus de 3^{m} de hauteur, les autres ne dépassaient guère les dimensions de l'Outarde. Leurs caractères anatomiques permettent de les répartir en deux sections : celle des *Æpyornis*, à pattes larges et massives, et celle des *Mullerornis* ([1]), à pattes plus fines et qui ressemblaient davantage, par leurs proportions, aux Casoars de la Nouvelle-Guinée ou aux Apteryx de la Nouvelle-Zélande.

» On aurait pu supposer que des différences légères dans les dimensions ou dans les proportions des pièces du squelette pouvaient être des caractères sexuels; les plus grands de ces os appartenant à des mâles et les plus petits à des femelles. Cette hypothèse n'est pas vérifiée par les faits, ainsi qu'on peut s'en convaincre en examinant la série des os de la jambe envoyés par M. Muller. Il en existe plus de soixante, ramassés dans la même localité, dont trente environ proviennent d'oiseaux adultes. Ces derniers sont, à peu de chose près, de taille égale et de proportions semblables; on ne peut admettre que, dans une série aussi considérable où sont représentés tous les âges, il ne se soit rencontré que des individus de même sexe. Nous pouvons en conclure que les mâles et les femelles étaient semblables en taille, et, s'il en est ainsi pour une espèce d'*Æpyornis*, il

---

([1]) Nous proposons cette dénomination afin de conserver le souvenir de M. Muller, qui, le premier, nous a fait connaître ces oiseaux.

doit en être de même pour les autres. Les différences de dimensions indiquent donc des différences spécifiques.

» GENRE ÆPYORNIS. — Le plus grand de tous les Æpyornis que nous appellerons *Æ. ingens* fait partie de la collection Grevé. Il surpassait de beaucoup l'*Æ. maximus*. Le fémur massif et court se fait surtout remarquer par la grosseur de la diaphyse, rappelant, d'une manière exagérée, les caractères que nous avons signalés chez l'espèce que nous venons de nommer et différant du même os chez l'*Æ. Titan* décrit par M. Andrews. Le tibia est d'une puissance extraordinaire et l'os du pied est particulièrement élargi dans ses parties articulaires (¹).

» De nombreux ossements de l'*Æ. Titan* (Andrews) nous ont aussi été envoyés de la côte ouest par M. Grevé et du sud par M. Samat; ils indiquent une espèce aussi haute mais moins massive et à articulations plus fines. L'*Æ. maximus* (I. Geoffroy) est notablement plus petit que les deux précédents et il se rapproche plus par ses proportions de l'*Æ. ingens* que de l'*Æ. Titan;* l'*Æ. medius* et le *modestus* doivent, dans une classification zoologique, prendre place à côté de l'espèce décrite par I. Geoffroy, mais leur taille est moindre (²).

» Deux autres espèces de fortes dimensions sont faciles à distinguer par les caractères de l'os du pied; l'une d'elles, *Æpyornis cursor* (³), est presque égale à l'*Æ. maximus,* mais elle est plus grêle. L'autre, *Æ. lentus* (⁴), est remarquable par ses pieds courts et massifs.

» La nouvelle espèce que nous devons aux recherches de M. G. Muller et que nous nommerons *Æ. Mulleri* est plus petite; elle présente cependant des dimensions supérieures à celles de l'*Æ. Hildebrandti* décrit par M. Burckhardt et provenant aussi d'Antsirabé. Nous possédons le squelette

---

(¹) Le corps du fémur dans sa portion la plus étroite mesure 29cm de circonférence sa largeur est de 10cm. Le tibia a 81cm de longueur, la circonférence de la diaphyse est de 20cm,5 (au plus étroit). Le tarso-métatarsien présente les dimensions suivantes : longueur 42cm, largeur de l'extrémité supérieure 18cm, circonférence du corps de l'os (au plus étroit) 21cm,5, largeur au même point 9cm.

(²) Nous avons déjà fait connaître les caractères de cette espèce et indiqué les dimensions des principaux ossements dans un Mémoire publié en 1869.

(³) Longueur du tarso-métatarsien 38cm, largeur de l'extrémité supérieure 14cm, largeur de l'extrémité inférieure 12cm, circonférence du corps de l'os 15cm,5, largeur 6cm,5.

(⁴) Longueur du tarso-métatarsien 36cm, largeur de l'extrémité supérieure 15cm, circonférence du corps de l'os 17cm, largeur 6cm à 8cm.

presque entier de cet oiseau, le crâne, le bec inférieur, les vertèbres, les côtes, le sternum et ses annexes, une partie du bassin, les os des pattes et quelques phalanges, ce qui permet d'apprécier très exactement les affinités des *Æpyornis*.

» La tête était moins aplatie que celle des Dinornis et beaucoup plus longue et plus étroite. Le cerveau était plus volumineux. Le condyle articulaire occipital est fortement pédonculé. Les fosses temporales sont profondes, mais étroites. Le basisphénoïde porte de chaque côté une apophyse ptérygoïdienne bien marquée. Le bec inférieur est droit, robuste, rappelant un peu par sa forme celui des Nandous ou Rhea, mais les branches maxillaires sont plus hautes, plus robustes. La portion symphysaire est longue, resserrée et excavée en forme de cuiller. Le sternum offre beaucoup de rapports avec celui des Apteryx ; c'est un plastron mince, aplati et très élargi; les surfaces articulaires coracoïdiennes sont disposées comme dans le genre néo-zélandais. Les coraco-scapulaires sont faibles et portent une très légère empreinte articulaire indiquant la présence d'un os du bras rudimentaire. Les pattes, toutes proportions gardées, ressemblent à celles de l'*Æ. Titan* (¹).

» Genre Mullerornis. — Ces oiseaux, de taille moyenne, n'avaient pas l'apparence lourde et massive des *Æpyornis*, ils se rapprochaient davantage des Casoars. Nous ne les connaissons encore que par quelques-uns des os de leur patte. Mais ces pièces permettent déjà de reconnaître trois espèces différentes.

» Le *Mullerornis Betsilei* vivait dans le centre de l'île, à côté de l'*Æ. Mulleri;* il était beaucoup moins abondant. L'os de la jambe est grêle, l'os du pied n'est pas élargi comme celui du genre précédent, et la section de la diaphyse figure un triangle presque isoscèle (²).

» Le *Mullerornis agilis* habitait la côte sud-ouest; nous n'avons de lui

(¹) Longueur du fémur 32^{cm}, circonférence 19^{cm}, largeur $6^{cm},5$. Longueur du tibia 54^{cm}, circonférence $13^{cm},5$, largeur $4^{cm},9$, largeur de l'articulation supérieure $10^{cm},5$. Largeur de l'extrémité inférieure : $9^{cm},5$. (Chez le *Æ. Hildebrandti* le tibia ne mesure que $48^{cm},5$ et la circonférence du fémur n'est que de $15^{cm},8$.) Circonférence du tarso-métatarsien $14^{cm},5$, largeur $5^{cm},8$, largeur de l'extrémité supérieure 12^{cm}.

(²) *Mullerornis Betsilei*, longueur du tibia à partir de la surface articulaire fémorale 39^{cm}, circonférence de l'os 9^{cm}, largeur 3^{cm}, largeur de l'extrémité articulaire supérieure $7^{cm},5$, largeur de l'extrémité inférieure 6^{cm}, longueur du tarso-métatarsien 31^{cm} (?), circonférence 8^{cm}, largeur du corps de l'os $2^{cm},7$, largeur de l'extrémité supérieure 7^{cm}.

qu'un tibia remarquable par la manière dont les crêtes osseuses intermusculaires et les coulisses tendineuses sont marquées. Le bord externe de l'os, au-dessus de l'articulation inférieure, se développe en une crête particulièrement saillante (¹).

» La troisième espèce ou *M. rudis*, a été trouvée par M. Grevé, dans les gisements de la côte ouest. Le tibia est à peu près de même longueur que celui du *Mullerornis Betsilei*, mais il est plus massif. Le tarso-métatarsien est remarquable par l'élargissement de l'extrémité inférieure, dont les poulies digitales sont très grosses. Entre la médiane et l'externe se trouve un pertuis osseux pour le passage du tendon du muscle adducteur du doigt externe; pertuis qui n'existe pas chez les *Æpyornis* (²).

» Les conditions dans lesquelles ont été enfouis les restes de ces oiseaux semblent indiquer que les *Æpyornis* et les *Mullerornis* fréquentaient les bords des eaux et que, s'ils ne nageaient pas, ils se tenaient au milieu des roseaux bordant les lacs ou les rivières. En effet, partout où ils ont été signalés, leurs ossements sont associés à ceux des petits Hippopotames, des Crocodiles et des Tortues, c'est-à-dire d'animaux tout à fait aquatiques. Les *Æpyornis* devaient vivre d'ordinaire dans les plaines basses et inondées; ils y nichaient aussi, comme on peut en juger par le nombre des pièces du squelette de très jeunes oiseaux que l'on y trouve en abondance.

» Nous ajouterons que nous avons pu reconnaître, parmi les ossements d'Antsirabé, des pièces provenant d'un grand Rallide voisin de l'*Aphanapteryx* et d'un Anséride plus grand que ceux qui habitent Madagascar, indiquant encore des espèces aquatiques disparues, de la même époque que les *Æpyornis* et vivant dans des conditions analogues.

» Ces grands oiseaux ont été certainement contemporains de l'Homme; on voit, sur quelques-uns de leurs os, des entailles profondes et très nettes qui ont été faites par des instruments coupants, probablement pour détacher la chair. Sur un fémur d'Hippopotame, de la même date, on remarque un trou entamant toute l'épaisseur de l'os et produit évidemment de main d'homme.

(¹) *Mullerornis agilis*, longueur du tibia, à partir de la surface articulaire supérieure, 44^{cm}, circonférence de l'os 9^{cm},7, largeur 3^{cm},4, largeur de l'extrémité supérieure 6^{cm},5, largeur de l'extrémité inférieure 7^{cm}.

(²) *Mullerornis rudis*, longueur du tibia à partir de la surface articulaire supérieure 40^{cm}, circonférence de l'os 10^{cm}, largeur 3^{cm},5, largeur de l'extrémité inférieure 7^{cm},5.

» Ces découvertes en font pressentir d'autres plus importantes encore qui jetteront un peu de lumière sur les origines de Madagascar; dès aujourd'hui il est impossible de ne pas être frappé des analogies que présentait alors la faune de cette île avec celle de la Nouvelle-Zélande où, à une époque peu ancienne, vivaient en grand nombre des oiseaux gigantesques, les *Dinornis,* représentés par plus de vingt espèces. Ce rapprochement semble indiquer certaines relations entre ces terres, aujourd'hui séparées par une immense étendue de mer, et il est en accord avec les observations relatives à l'ancienne faune des îles Mascareignes. »

M. **A. Des Cloizeaux**, en présentant à l'Académie un nouveau fascicule de son « Manuel de Minéralogie », s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie le deuxième fascicule du second Volume de mon « Manuel de Minéralogie », qui contient les familles des titanides, des tantalides, des niobides, des tungstides, des molybdides, des vanadides, des chromides, des tellurides, des antimonides, des arsénides et des phosphorides.

» Comme dans le Volume précédent, j'ai donné, d'une manière aussi complète que possible, le recueil des angles calculés, comparés aux angles mesurés par différents auteurs. La détermination des propriétés optiques biréfringentes a été faite sur tous les cristaux transparents et j'ai signalé les anomalies optiques dont les plus remarquables sont celles de la pérowskite.

» La publication de ce fascicule a été retardée par les nombreuses observations personnelles qu'il contient, et c'est grâce au concours de M. Lacroix que j'ai pu le terminer.

» J'espère qu'il nous sera possible de publier un troisième Volume, qui complètera mon Manuel. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de feu M. l'amiral *Pâris*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 55,

M. Guyou obtient	41 suffrages	
M. Hatt »	13	»
M. Caspari »	1	»

M. **Guyou**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **V. Ducla** adresse un Mémoire relatif à une « Classification générale des corps simples, d'après le nombre des molécules contenues dans l'unité de volume ».

(Commissaires : MM. Troost, Friedel, Arm. Gautier.)

M. **C. Mathieu** adresse un Mémoire portant pour titre « Aérostat à poids constant et à volume variable ».

(Commissaires : MM. Janssen, Marey, Maurice Lévy.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un volume de M. *L. de Belenet*, intitulé : « Notice généalogique sur la famille Papin; son existence ancienne, sa noblesse, ses alliances, ses illustrations; Denis Papin, Nicolas Papin et Isaac Papin » (extrait de l'Ouvrage : « Vie et Œuvres de D. Papin »), et un volume de M. Fédoroff, écrit en langue russe, sur la « Morphologie et la systématique des polyèdres ».

MM. **A. Pizon**, **E. Meyer**, **G. Griner** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Généralisation de quelques théorèmes de Mécanique.* Note de M. **A. Kotelnikoff**, présentée par M. Darboux.

« Si les liaisons d'un système de points matériels permettent un déplacement hélicoïdal de tout le système, comme s'il était invariable, nous dirons que le système admet un torseur virtuel.

» Étant donné le torseur d'un système de vecteurs, nous le nommerons *torseur des forces* si les vecteurs expriment les forces, et *torseur des quantités de mouvement* si les vecteurs expriment les quantités de mouvement d'un système de points.

» Cela posé, nous aurons :

» Théorème I. — *Si le système admet un torseur virtuel, la dérivée du moment du torseur des quantités de mouvement, par rapport au torseur virtuel, est égale au moment du torseur des forces, par rapport au même torseur virtuel.*

» *Démonstration.* — Si a, b, c, p, q, r sont les quantités constantes, qui déterminent le torseur virtuel, les liaisons permettent les déplacements suivants :

$$\delta x = (a + qz - ry)\eta, \qquad \delta y = (b + rx - pz)\eta, \qquad \delta z = (c + py - qx)\eta,$$

où η est une quantité arbitraire et infiniment petite. Pour ces déplacements le principe de d'Alembert nous donne l'équation

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{d}{dt}\Big[a\Sigma m\frac{dx}{dt} + b\Sigma m\frac{dy}{dt} + c\Sigma m\frac{dz}{dt} + p\Sigma m\left(y\frac{dz}{dt} - z\frac{dy}{dt}\right) \\ &\qquad + q\Sigma m\left(z\frac{dx}{dt} - x\frac{dz}{dt}\right) + z\Sigma m\left(x\frac{dy}{dt} - y\frac{dx}{dt}\right)\Big] \\ &= a\Sigma X + b\Sigma Y + c\Sigma Z + p\Sigma(yZ - zY) \\ &\qquad + q\Sigma(zX - xZ) + r\Sigma(xY - yX), \end{aligned}\right.$$

qui exprime le théorème.

» *Corollaire I.* — Si le système admet un groupe de torseurs virtuels à $\bar{n}$ termes, nous aurons $\bar{n}$ équations indépendantes de la forme (1). Ces équations forment la *loi du moment du torseur des quantités de mouvement, par rapport aux torseurs du groupe virtuel.* Dans le cas particulier, quand $\bar{n} = 3$, si les flèches des torseurs virtuels sont infinies, nous aurons la loi du mouvement du centre de gravité, et si les flèches des torseurs virtuels sont nulles, nous aurons la loi du moment des quantités de mouvement.

» *Corollaire II.* — Si le moment du torseur des forces, par rapport à

tous les torseurs du groupe virtuel, est nul, nous aurons $\bar{n}$ intégrales indépendantes de la forme

$$a\Sigma m\frac{dx}{dt}+b\Sigma m\frac{dy}{dt}+c\Sigma m\frac{dz}{dt}+p\Sigma m\left(y\frac{dz}{dt}-z\frac{dy}{dt}\right)$$
$$+q\Sigma m\left(z\frac{dx}{dt}-x\frac{dz}{dt}\right)+r\Sigma m\left(x\frac{dy}{dt}-y\frac{dx}{dt}\right)=\text{const.},$$

qui expriment la *loi de la conservation du moment du torseur des quantités de mouvement, par rapport aux torseurs du groupe virtuel.* Dans les cas particuliers indiqués dans le corollaire précédent, nous aurons les lois de la conservation du mouvement du centre de gravité et des aires.

» Théorème II. — *Si les liaisons sont indépendantes du temps et admettent un torseur virtuel* (a, b, c, p, q, r), *s'il existe la fonction des forces* $U = V + W$, *dont la première partie* V *est indépendante du temps et donne un torseur des forces, réciproque au torseur virtuel, et la seconde partie* W *dépend seulement des distances des points du système à des points* $(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$, *qui sont en mouvement et dont les vitesses sont*

$$\frac{d\alpha_i}{dt}=(a+q\gamma_i-r\beta_i)\sigma,\qquad \frac{d\beta_i}{dt}=(b+r\alpha_i-p\gamma_i)\sigma,\qquad \frac{d\gamma_i}{dt}=(c+p\beta_i-q\gamma_i)\sigma,$$

où σ *est constante, nous aurons une intégrale*

$$(2)\quad\left\{\begin{aligned}&\tfrac{1}{2}\Sigma mv^2-\sigma\Big[a\Sigma m\frac{dx}{dt}+b\Sigma m\frac{dy}{dt}+c\Sigma m\frac{dz}{dt}+p\Sigma m\left(y\frac{dz}{dt}-z\frac{dy}{dt}\right)\\&\qquad+q\Sigma m\left(z\frac{dx}{dt}-x\frac{dz}{dt}\right)+r\Sigma m\left(x\frac{dy}{dt}-y\frac{dx}{dt}\right)\Big]=U+h,\end{aligned}\right.$$

h étant une constante arbitraire.

Démonstration. — Le théorème est une conséquence de deux équations

$$\frac{d}{dt}\tfrac{1}{2}\Sigma mv^2=\frac{dU}{\partial t}+\frac{dW}{\partial t}-\frac{\partial W}{\partial t},$$

$$\begin{aligned}\sigma\frac{dt}{d}\quad&\Big[a\Sigma m\frac{dx}{dt}+b\Sigma m\frac{dy}{dt}+c\Sigma m\frac{dz}{dt}+p\Sigma m\left(y\frac{dz}{dt}-z\frac{dy}{dt}\right)\\&\qquad+q\Sigma m\left(z\frac{dx}{dt}-x\frac{dz}{dt}\right)+r\Sigma m\left(x\frac{dy}{dt}-y\frac{dx}{dt}\right)\Big]\\&=\sigma\Big[a\Sigma\frac{\partial W}{\partial x}+b\Sigma\frac{\partial W}{\partial y}+c\Sigma\frac{\partial W}{\partial z}+p\Sigma\left(y\frac{\partial W}{\partial z}-z\frac{\partial W}{\partial y}\right)\\&\qquad+q\Sigma\left(z\frac{\partial W}{\partial x}-x\frac{\partial W}{\partial z}\right)+r\Sigma\left(x\frac{\partial W}{\partial y}-y\frac{\partial W}{\partial x}\right)\Big]\\&=\sigma\Big[a\Sigma\frac{\partial W}{\partial x}+b\Sigma\frac{\partial W}{\partial y}+c\Sigma\frac{\partial W}{\partial z}+p\Sigma\left(\beta\frac{\partial W}{\partial z}-\gamma\frac{\partial W}{\partial y}\right)\\&\qquad+q\Sigma\left(\gamma\frac{\partial W}{\partial x}-\alpha\frac{\partial W}{\partial z}\right)+r\Sigma\left(\alpha\frac{\partial W}{\partial y}-\beta\frac{\partial W}{\partial x}\right)=-\frac{\partial W}{\partial t},\end{aligned}$$

que nous donnent le théorème des forces vives et le théorème I.

» Théorème III. — *Si les liaisons admettent une combinaison d'un torseur virtuel* (a, b, c, p, q, r) *avec une extension* ξ *autour de l'origine des coordonnées, si l'intégrale des forces vives existe et si la fonction des forces* U *est homogène de degré* -2 *et donne un torseur réciproque au torseur virtuel, nous aurons une intégrale de la forme*

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} & a\Sigma m\frac{dx}{dt}+b\Sigma m\frac{dy}{dt}+c\Sigma m\frac{dz}{dt}+p\Sigma m\left(y\frac{dz}{dt}-z\frac{dy}{dt}\right)\\ &\quad +q\Sigma m\left(z\frac{dx}{dt}-x\frac{dz}{dt}\right)+r\Sigma m\left(x\frac{dy}{dt}-y\frac{dx}{dt}\right)+\tfrac{1}{2}\xi\frac{d}{dt}\Sigma m\rho^2=2\xi ht+\text{const.},\end{aligned}\right.$$

où h *est une constante de l'intégrale des forces vives et* ρ *la distance d'un point du système à l'origine.*

» *Démonstration.* — En appliquant le principe de d'Alembert aux déplacements virtuels

$$\begin{aligned} \delta x &= (a+\xi x-ry+qz)\eta,\\ \delta y &= (b+rx+\xi y-pz)\eta,\\ \delta z &= (c-qx+py+\xi z)\eta, \end{aligned}$$

nous aurons

$$(\text{A})\quad \left\{\begin{aligned} & \frac{d}{dt}\Big[a\Sigma m\frac{dx}{dt}+b\Sigma m\frac{dy}{dt}+c\Sigma m\frac{dz}{dt}+p\Sigma m\left(y\frac{dz}{dt}-z\frac{dy}{dt}\right)\\ &\quad +q\Sigma m\left(z\frac{dx}{dt}-x\frac{dz}{dt}\right)+r\Sigma m\left(x\frac{dy}{dt}-y\frac{dx}{dt}\right)+\tfrac{1}{2}\xi\frac{d}{dt}\Sigma m\rho^2\Big]-\xi\Sigma m v^2=-2\xi\text{U},\end{aligned}\right.$$

d'où, à l'aide de l'intégrale des forces vives, suit le théorème.

» *Remarque.* — Les théorèmes II et III présentent une généralisation des théorèmes de Jacobi (*Vorlesungen über Dynamik*, p. 27 et 42).

» Théorème IV. — *Si les liaisons sont indépendantes du temps et admettent un torseur virtuel* (a, b, c, p, q, r) *et une extension* ξ *autour de l'origine des coordonnées, s'il existe la fonction des forces homogènes de degré* -2, *satisfaisant aux conditions du théorème* II, *nous aurons l'intégrale*

$$\begin{aligned} (1+2\xi\sigma)\Big[& a\Sigma m\frac{dx}{dt}+b\Sigma m\frac{dy}{dt}+c\Sigma m\frac{dz}{dt}+p\Sigma m\left(y\frac{dz}{dt}-z\frac{dy}{dt}\right)\\ & +q\Sigma m\left(z\frac{dx}{dt}-x\frac{dz}{dt}\right)+r\Sigma m\left(x\frac{dy}{dt}-y\frac{dx}{dt}\right)\Big]+\tfrac{1}{2}\xi\frac{d}{dt}\Sigma m\rho^2=2\xi ht+\text{const.}\end{aligned}$$

» La démonstration suit des équations (2) et (A). »

MÉCANIQUE. — *Sur le pendule à tige variable*. Note de M. L. **Lecornu**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« Les oscillations d'un pendule de longueur variable, réalisé, par exemple, au moyen d'un poids suspendu à la corde d'un treuil, sont régies par l'équation différentielle $l\frac{d^2\theta}{dt^2}+2\frac{dl}{dt}\frac{d\theta}{dt}+g\sin\theta=0$, dans laquelle l désigne la longueur du pendule, et θ l'inclinaison sur la verticale. Si la longueur varie proportionnellement au temps t, on a $l=a+bt$. Si, de plus, ces oscillations sont assez faibles pour qu'on puisse remplacer $\sin\theta$ par θ, et si l'on pose $u=\theta l$, $x=\frac{g}{b^2}l$, il vient

$$x\frac{d^2u}{dx^2}+u=0. \tag{1}$$

» L'intégration d'une pareille équation donne, comme l'on sait, naissance à des fonctions cylindriques : le mouvement considéré présente donc cet intérêt spécial de fournir une image très nette de la marche de ces fonctions. Par la méthode des coefficients indéterminés, on se procure aisément la solution particulière

$$\varphi=x-\frac{2x^2}{(1.2)^2}+\frac{3x^3}{(1.2.3)^2}-\frac{4x^4}{(1.2.3.4)^2}+\ldots,$$

qui n'est autre chose que $\sqrt{x}\,J_1(2\sqrt{x})$. On en réduit l'intégrale générale

$$u=A\varphi+B\varphi\int\frac{dx}{\varphi^2}.$$

Celle-ci peut également se mettre sous la forme

$$u=Cx\left[\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos(2\cos\omega\sqrt{x}-\alpha)\sin^2\omega\,d\omega+\sin\alpha\int_0^{\frac{\pi}{2}}e^{-2\sqrt{x}\tan g\,\omega}\frac{d\omega}{\cos^3\omega}\right],$$

avec les deux constantes arbitraires C et α. Comme le pendule s'allonge indéfiniment, il arrive toujours un moment où la valeur initiale a peut être prise assez grande pour que le nombre abstrait $\frac{b}{\sqrt{ga}}$ soit très petit, et il est alors avantageux de développer u ou θ suivant les puissances croissantes de ce nombre. Le calcul ne présente aucune difficulté. Si l'on né-

glige les puissances de $\frac{b}{\sqrt{ga}}$ supérieures à la première, on trouve simplement

$$\theta = \rho\left(1 - \frac{3}{4}\frac{b}{a}t\right)\sin\left(\sqrt{\frac{g}{a}}t - \omega\right) + \frac{1}{8}\rho\frac{b}{\sqrt{ga}}\left(1 - 2\frac{g}{a}t^2\right)\cos\left(\sqrt{\frac{g}{a}}t - \omega\right).$$

» Dans cette équation, ρ et ω désignent deux constantes arbitraires dont la seconde peut être annulée par un choix convenable de l'instant initial. Au voisinage de cet instant, les phases remarquables se produisent pour les valeurs suivantes du temps :

A. Première position verticale....	$t = -\frac{1}{8}\frac{b}{g}$
B. Première élongation à droite...	$t = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{a}{g}} + \frac{1}{8}\left(\frac{\pi^2}{2} - 7\right)\frac{b}{g}$
C. Deuxième position verticale ...	$t = \pi\sqrt{\frac{a}{g}} + \frac{1}{8}(2\pi^2 - 1)\frac{b}{g}$
D. Première élongation à gauche..	$t = \frac{3\pi}{2}\sqrt{\frac{a}{g}} + \frac{1}{8}\left(\frac{9\pi^2}{2} - 7\right)\frac{b}{g}$
E. Troisième position verticale...	$t = 2\pi\sqrt{\frac{a}{g}} + \frac{1}{8}(8\pi^2 - 1)\frac{b}{g}$
... .	....

» La première demi-oscillation (de la position A à la position C) s'effectue dans le temps $\pi\sqrt{\frac{a}{g}} + \frac{1}{4}\pi^2\frac{b}{g}$; c'est, comme on pouvait le prévoir, la durée de la demi-oscillation d'un pendule de longueur constante et égale à celle du pendule variable au milieu de cet intervalle de temps. Le ralentissement $\frac{1}{4}\pi^2\frac{b}{g}$, dû à la variation de longueur, est indépendant de la longueur. En ce qui concerne l'angle d'écart maximum, on trouve, pour les positions B et D, les valeurs respectives $\rho\left(1 - \frac{3}{8}\pi\frac{b}{\sqrt{ga}}\right)$ et $\rho\left(1 - \frac{9}{8}\pi\frac{b}{\sqrt{ga}}\right)$. D'une demi-oscillation à la suivante, l'angle d'écart est donc réduit d'une fraction de cet angle égale à $\frac{3}{4}\pi\frac{b}{\sqrt{ga}}$.

» L'équation (1), mise sous la forme $\frac{d}{dx}\left(u - x\frac{du}{dx}\right) = u$, est susceptible d'une interprétation géométrique assez simple; car $u - x\frac{du}{dx}$ est l'ordonnée à l'origine de la tangente à la courbe, lieu du point ayant pour coordonnées cartésiennes x et u. On déduit de là un procédé pour con-

struire graphiquement un polygone différant de cette courbe aussi peu que l'on veut.

» Dans le cas du pendule conique, si l'on suppose l'inclinaison ω assez petite pour que $\cos\omega$ puisse être remplacé par l'unité, et si, désignant par c la constante des aires, on pose $x = \frac{g}{b^2}(a+bt)$ et $w = b\sqrt{\frac{b}{gc}}\,\omega x$, on parvient à la relation

$$x\frac{d^2 w}{dx^2} + w = \frac{x}{w^3}. \tag{2}$$

» Soit u une intégrale de l'équation (1). En posant $w = \lambda u$, il vient $\lambda = \sqrt{1 + \left(\int \frac{dx}{u^2}\right)^2}$, d'où $w\sqrt{u^2 + u^2\left(\int \frac{dx}{u^2}\right)^2}$. La fonction $u_1 = u\int\frac{dx}{u^2}$ est aussi une intégrale de la même équation, et l'on a $u\frac{du_1}{dx} - u_1\frac{du}{dx} = 1$. Partant de là, il est aisé de mettre l'intégrale générale de l'équation (2) sous la forme

$$\omega = \sqrt{\frac{bc}{g}}\,\frac{\sqrt{u^2+u_1^2}}{a+bt} = \sqrt{\theta^2+\theta_1^2} \tag{3}$$

avec les notations $\theta = \frac{u}{a+bt}\sqrt{\frac{bc}{g}}$ et $\theta_1 = \frac{u_1}{a+bt}\sqrt{\frac{bc}{g}}$. θ et θ_1 peuvent être regardés comme les angles d'inclinaison de deux pendules plans, de même longueur variable que le pendule conique, liés par la condition

$$\theta\frac{d\theta_1}{dt} - \theta_1\frac{d\theta}{dt} = \frac{c}{(a+bt)^2}. \tag{4}$$

» On vérifie les équations (2) et (3), en prenant $\theta = \omega\cos\varphi$, $\theta_1 = \omega\sin\varphi$, et $\omega^2(a+bt)^2\frac{d\varphi}{dt} = c$. Cette dernière équation, identique à celle des aires, montre que φ est l'angle compris entre un plan vertical fixe et le plan variable d'oscillation. Finalement, le mouvement conique résulte de deux mouvements plans, effectués dans deux plans rectangulaires suivant les lois précédemment étudiées.

» L'étude que je viens de résumer m'a été suggérée par une question qui a été posée par M. Haton de la Goupillière, pour paraître prochainement dans l'*Intermédiaire des Mathématiciens*. »

PHYSIQUE. — *Émission des sons*. Note de M. **Henri Gilbault**, présentée par M. Lippmann.

« Je me propose d'établir tout d'abord quelle doit être l'élongation x de la vibration par influence d'un corps Σ placé dans une tranche d'air vibrant avec une amplitude α; cette étude nous permet, en outre, de déterminer, lorsque la source cesse de vibrer, la loi de décroissance de la vibration du corps Σ et d'en déduire des données sur l'émission.

» Le corps Σ est soumis à plusieurs forces : une force provenant du mouvement de la tranche d'air dans laquelle il se trouve $K\alpha \sin nt$, une résistance élastique $-p^2 x$, et une résistance de la part de l'air que j'admettrai être proportionnelle à la différence entre sa vitesse et celle de la couche d'air dans laquelle il se trouve $-q^2\left(\frac{dx}{dt} - Kn\alpha\cos nt\right)$, donc

$$(1) \qquad m\frac{d^2x}{dt^2} = -p^2x - q^2\left(\frac{dx}{dt} - Kn\alpha\cos nt\right) + K\alpha\sin nt,$$

dont l'intégrale complète est

$$x = \frac{K\alpha\sqrt{1+q^4n^2}\cos\varepsilon}{p^2 - mn^2}\sin[nt - (\varphi + \varepsilon)] + Be^{-\frac{q}{2mn}(nt-\varphi)}\sin\left(\frac{nt-\varphi}{mn}\sqrt{p^2m - \frac{q^2}{4}} + c\right),$$

où

$$\tang\varepsilon = \frac{q^2n}{p^2 - mn^2},$$
$$\tang\varphi = -q^2n;$$

mais même *a priori*, à condition de prendre un système d'unités convenables, nous pouvons dire que q est très petit et que

$$\varphi = -q^2n;$$

dans ces conditions,

$$(2) \quad x = \frac{K\alpha\sqrt{1+q^4n^2}\cos\varepsilon}{p^2 - mn^2}\sin[nt - (\varphi + \varepsilon)] + Be^{-\frac{q}{2m}(t+q^2)}\sin\left(\frac{t+q^2}{m}\sqrt{p^2m + \frac{q^2}{4}} + c\right).$$

Si, dans cette équation générale dont nous aurons à faire le plus grand usage par la suite, nous supposons $\alpha = 0$,

$$x = Be^{-\frac{q}{2m}(t+q^2)}\sin\left(\frac{t+q^2}{m}\sqrt{p^2m + \frac{q^2}{4}} + c\right),$$

c'est-à-dire que le mouvement, lors de la décroissance, est encore pendulaire et que son amplitude au temps t

$$(3) \qquad A_1 = Be^{-\frac{q}{2m}(t+q^2)}$$

est telle que les logarithmes varient linéairement avec le temps.

» J'ai soumis ces prévisions à la vérification expérimentale. Le corps Σ (qui était un diapason, une lame élastique ou une membrane) était muni d'une lame percée d'une petite ouverture a vivement éclairée sur une de ses faces et placée en regard d'une chambre noire photographique. Dans cette chambre noire, se déplaçait verticalement une plaque sensible animée d'un mouvement uniforme et sur laquelle se formait une image de a réduite à un point. Si le diapason vibre et que la plaque se déplace, on obtient une courbe donnant la loi de décroissance.

» Ces courbes, mesurées à la machine à diviser, montrent que l'équation (3) représente parfaitement le phénomène; elles montrent également que la nature de la surface du corps vibrant semble avoir une influence sur la vitesse de son extinction : par exemple, la valeur trouvée pour q avec un diapason recouvert de noir de fumée est environ trois fois plus grande que celle obtenue avec le même diapason dont le métal est poli. J'ai cherché si le changement de nature des surfaces avait la même influence sur toutes les faces; à cet effet, après avoir photographié la loi de décroissance d'un diapason poli (1), j'ai fait la même photographie pour le même diapason dont les faces normales aux déplacements étaient seules noircies (2), puis, pour ce même diapason, lorsque les faces situées dans le plan de vibration étaient recouvertes de noir de fumée (3). J'ai, du reste, pu joindre à ces courbes celle obtenue lorsque les huit faces du diapason sont noircies (4). Or les photographies correspondant à (1) et (2) et celles correspondant à (3) et (4) pouvaient être superposées et coïncidaient parfaitement alors que ces deux groupes différaient entre eux. Donc la nature d'une surface normale aux déplacements de cette surface, lors de sa vibration, n'a aucune influence; au contraire, les surfaces telles que (3) qui frottent sur les couches d'air ont une action très marquée, elles agissent par frottement, et si leur surface est rugueuse elle s'oppose au mouvement en l'annulant plus rapidement, comme le font, par exemple, des moules qui s'accrochent à la carène d'un navire.

» Si donc nous avions une source sonore réduite à un plan se déplaçant parallèlement à lui-même, la nature de sa surface ne modifierait en rien sa

loi de décroissance. C'est ce que j'ai vérifié en prenant une lame métallique de grande surface, mais de très faible épaisseur, que j'ai étudiée d'abord lorsque le métal était poli, puis lorsqu'il était recouvert d'huile et enfin de noir de fumée, les trois courbes obtenues étaient parfaitement superposables.

» Mais, en général, les sources sonores ont trois dimensions; or dans ce cas l'énergie perdue pendant un certain temps et qui est cédée à l'air varie avec la nature de la surface; donc, dans ce cas, les sources sonores ont un *pouvoir emissif;* et même ce pouvoir émissif s'applique dans une certaine mesure aux membranes elles-mêmes. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Y a-t-il de l'oxygène dans l'atmosphère du Soleil?* Note de M. **Arthur Schuster**, présentée par M. A. Cornu.

« A propos de la Communication de M. Dunér sur ce sujet (*Comptes rendus* du 26 décembre), je me permets de rappeler à l'Académie que, dans une lettre publiée dans la *Nature* (Déc. 20, 1877), j'ai remarqué qu'un des spectres de l'oxygène semble en effet se trouver parmi les lignes de Fraunhofer. Dans mes recherches sur le spectre de l'oxygène, j'ai montré qu'il faut distinguer deux spectres de lignes, dont l'un apparaît à des températures basses et correspond au spectre de bandes de l'azote et d'autres gaz. On attribue généralement les spectres de bandes cannelées à des molécules plus complexes et, pour cette raison, j'ai nommé ce spectre le spectre de lignes composé (*compound*).

» J'ai mesuré la position des lignes de ce spectre avec exactitude. La raie α se trouve dans l'espace entre les deux composantes d'une ligne double du sodium et peut être mesurée par rapport à cette ligne. La raie γ est très près d'une ligne forte du fer et peut aussi être déterminée avec une grande précision. Les autres lignes ont été mesurées par rapport à des raies métalliques bien connues. Je donne la comparaison avec les longueurs d'onde déterminées par Angström.

	Oxygène.	Largeur des raies.	Lignes dans le spectre du Soleil.
α...........	6156,86	± 0,3	6156,70
β...........	5435,55	± 0,3	5435,44
γ...........	5329,41	± 0,6	5329,30
δ...........	4367,62		4367,58

» C'est un fait remarquable que, parmi les lignes qui apparaissent souvent dans le spectre de la chromosphère, M. Young donne les longueurs d'onde 5435,4 et 5329,1, et, en effet, si l'atmosphère du Soleil contenait de l'oxygène, on devait s'attendre à le trouver dans la chromosphère.

» On voit dans le Tableau ci-dessus que les lignes de l'oxygène avaient une certaine largeur dans mon appareil, qui était un spectroscope à deux prismes.

» Mais M. Piazzi Smith a examiné le spectre de l'oxygène avec un pouvoir résolvant très grand, et a découvert le fait que les lignes α, β, γ sont triples. Le spectre se rapproche donc d'un spectre à bandes et le nom de *spectre composé* est bien choisi. On ne peut pas dire que la coïncidence des lignes soit suffisamment établie, mais il me semble qu'on doit en tenir compte dans la discussion sur la présence ou absence de l'oxygène dans le Soleil. M. Piazzi Smith, qui connaît bien le spectre du Soleil comme aussi les spectres de l'oxygène, dit : « Je croyais d'abord, après la découverte de trois de ces triplets, qu'on pouvait les reconnaître dans le cas » du spectre normal d'Angström, comme lignes noires de Fraunhofer; mais » je ne veux à présent ni affirmer ni réfuter cette idée, jusqu'à ce que j'aie » fait des mesures plus satisfaisantes et exactes sur le spectre du Soleil ». (*Transactions Edinburgh Royal Society*, vol. XXXII, p. 452.) C'est bien l'état où il faut laisser la question, quant à présent. »

MAGNÉTISME. — *Sur l'aimantation du fer doux*. Note de M. **P. Joubin**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Note récente [1], j'ai montré qu'on pouvait s'attendre à trouver une *équation caractéristique* de l'intensité d'aimantation des corps fortement magnétiques en fonction de la susceptibilité, et je me proposais de vérifier expérimentalement cette conséquence. Or les expériences de Rowland [2] résolvent cette question, au moins pour les corps étudiés par lui et qui comprennent diverses variétés de fer, d'acier, de nickel.

» *Il existe une équation caractéristique à coefficients indépendants de la nature du corps;* par suite, *le théorème des états correspondants s'applique au magnétisme.*

---

[1] *Comptes rendus*, 8 janvier 1894.

[2] Rowland, *Phil. Magazine*, 4e série, t. XLVI, p. 140.

» Imaginons un corps magnétique idéal pour lequel la susceptibilité, correspondant à un champ magnétique infiniment petit, s'annule et pour lequel l'intensité d'aimantation maximum I_m soit rigoureusement égale à trois fois l'intensité critique I_c. La courbe représentative de l'intensité I en fonction de K est une parabole, et en rapportant les variables à leurs valeurs critiques I_c et K_c, l'*équation réduite* de la parabole peut s'écrire, comme on le voit bien facilement $\left(x = \frac{I}{I_c}, y = \frac{K}{K_c}\right)$,

$$x = 1 + \tfrac{1}{2}(1 - y) \pm \tfrac{3}{2}\sqrt{1 - y}.$$

» C'est là un cas idéal, car :

» 1° La susceptibilité a une valeur finie K_0 lorsque le champ s'annule;

» 2° La valeur I_0 de I correspondant à K_0 n'est pas égale à $3I_c$.

» Mais, pour nous placer dans les mêmes conditions, comptons la susceptibilité non pas à partir de 0, mais à partir de K_0, et prenons le rapport $\frac{K - K_0}{K_c - K_0}$. Si l'on construit les courbes des expériences de Rowland, on constate que le rapport $\frac{I_0}{I_c}$ est très sensiblement constant pour tous les corps et égal à 2,66. Il en résulte, par un calcul simple, que l'*équation caractéristique* est $\left(x = \frac{I}{I_c}, y = \frac{K - K_0}{K_c - K_0}\right)$,

$$x = 1 + 0,33(1 - y) \pm 1,3\sqrt{1 - y}.$$

» Voici quelques exemples montrant la concordance de cette formule et des expériences :

» I. *Fer doux* : $4\pi K_0 = 180$; $I_c = 500$; $4\pi K_c = 2460$.

	I′		I″	
$4\pi K$.	calc.	obs.	calc.	obs.
650	1211	1230	54	50
1500	993	985	147,5	150
2000	825	810	241,5	250

» II. *Fer doux* : $4\pi K_0 = 320$; $I_c = 520$; $4\pi K_c = 4700$.

850	1300	1290	41	35
2000	1151	1140	99	100,5
3600	900	885	226	240
4320	731	721	350	360

» III. *Nickel* : $4\pi K_0 = 30$; $I_c = 165$; $4\pi K_c = 170$.

	I'		I''	
$4\pi K$.	calc.	obs.	calc.	obs.
50	41	42,5	13	10
100	35,2	34,5	50	45
150	25,2	25	90	90

» IV. *Acier* : $4\pi K_0 = 50$; $I_c = 570$; $4\pi K_c = 320$.

250	986	960	245	245

» V. *Fer doux* : $4\pi K_0 = 300$; $I_c = 520$; $4\pi K_c = 3550$.

1000	1240	1200	60	50
2000	1060	1030	135	140
3000	816	816	276	290

MÉTÉOROLOGIE. — *Les orages au Parc de Saint-Maur et leur relation avec la Lune*. Note de M. **E. Renou**, présentée par M. Mascart.

« On a admis depuis longtemps qu'il y avait à Paris 13 jours d'orage par année; observé au Parc de Saint-Maur, depuis vingt et un ans, le nombre annuel de jours d'orage est de 27. Voici comment se distribuent ces orages, d'abord suivant les mois de l'année météorologique, puis suivant les 21 années 1873-1893; j'y ai joint le nombre de jours où l'on a vu des éclairs sans avoir entendu le tonnerre.

» Nombre de jours de :

Années.	Tonnerre.	Éclairs.	Années.	Tonnerre.	Éclairs.	Tonnerre par mois.	
1873...	27	10	1885...	22	17	Décembre....	2
1874...	26	6	1886...	32	16	Janvier......	1
1875...	28	15	1887...	27	6	Février......	2
1876...	18	7	1888...	29	3	Mars........	18
1877...	30	10	1889...	33	5	Avril........	43
1878...	26	9	1890...	33	9	Mai.........	85
1879...	29	7	1891...	30	10	Juin.........	123
1880...	41	11	1892...	24	18	Juillet.......	125
1881...	20	16	1893...	28	5	Août........	97
1882...	24	14	Moy...	27,3	10,8	Septembre...	56
1883...	17	13				Octobre.....	20
1884...	30	19				Novembre....	2

» La distribution des jours d'orage dans le cours de l'année est à peu

près ce que l'on savait déjà; il n'y a en moyenne qu'un jour d'orage en dix ans dans chacun des quatre mois de novembre à février, et 5 à 6 dans chacun des mois de juin et juillet. Cette distribution est plus en rapport avec la déclinaison du Soleil qu'avec la température moyenne de l'air.

» Il n'y a aucune apparence que les orages soient plus fréquents à présent qu'autrefois. A Paris, on n'entend que la moitié des orages. Cet accroissement apparent se manifeste partout; à mesure que les observations se perfectionnent, le nombre des orages augmente et la température moyenne diminue.

» On a cherché depuis quelques années si le nombre annuel des jours d'orage n'était pas en relation avec les taches du Soleil; on n'a rien trouvé de concluant; en tous cas, le nombre d'orages au Parc de Saint-Maur n'a aucune analogie avec la période des taches solaires.

» Depuis longtemps on a cherché aussi une relation des orages avec les phases de la Lune et ces recherches n'ont rien produit. Mais M. A. Poincaré ayant démontré ([1]), il y a quelques années, que la limite des vents alisés varie comme la déclinaison de la Lune; d'autre part, les orages dans nos contrées étant presque toujours en rapport avec les vents du sud-ouest, il y avait lieu de vérifier si la déclinaison de la Lune n'influencerait pas les orages.

» En partageant les 574 orages qui ont eu lieu en vingt et un ans au Parc de Saint-Maur, en deux séries, suivant qu'ils ont eu lieu avec la déclinaison boréale ou australe de la Lune, on trouve 302 jours pour la première série et 272 pour la seconde. Comme les années isolément présentent de grandes divergences dans les deux sens, on pourrait craindre que le résultat fût purement accidentel; mais, en partageant les vingt premières années en deux séries de même longueur, on trouve les nombres 145 et 124 pour la première, et 145 et 132 pour la seconde. Les rapports de ces nombres sont notablement différents, mais dans le même sens.

» Comme l'action de la Lune n'est évidemment pas très énergique, j'ai pensé qu'en éliminant les orages qui ont lieu quand la Lune est à 10° au plus au nord et au sud de l'équateur, et ne comptant que les orages qui accompagnent les déclinaisons supérieures à 11°, on devrait obtenir un résultat plus tranché. Opérant ainsi, j'ai trouvé, pour les déclinaisons boréales de 11° à 28°, 227 jours d'orage et pour les déclinaisons australes 198. Le premier de ces nombres surpasse le second de un septième, tandis que

---

([1]) M. de Parville avait démontré ce fait en 1861.

pour les nombres correspondant à toutes les déclinaisons le rapport est de 10 à 9. L'action est donc plus évidente. Les nombres d'orages pour les déclinaisons de 10° et au-dessous sont respectivement 75 et 74, c'est-à-dire sensiblement égaux.

» J'aurais voulu étendre ces recherches à d'autres séries d'observations; celles de Paris sont trop défectueuses pour qu'on puisse les utiliser. Il n'y a que fort peu de stations où l'étude des orages soit complète; les Commissions météorologiques ne notent que la moitié des orages; presque jamais on ne donne leur date. Quelques bonnes stations ne comprennent qu'un trop petit nombre d'années. Mais M. Bouvet, qui fait à Saint-Servan d'excellentes observations, a bien voulu extraire de ses registres la date de tous les orages qu'il a observés depuis seize ans; il en résulte qu'il y a eu à Saint-Servan, de 1878 à 1893, 188 jours d'orage avec la déclinaison boréale et 160 avec la déclinaison australe, nombres dont la différence est bien plus grande qu'au Parc de Saint-Maur, en même temps qu'ils sont moins divergents; peut-être la Lune a-t-elle plus d'influence sur les orages dans les climats marins que dans les autres.

» Je crois pouvoir conclure de ce qui précède que, dans nos contrées, les orages sont plus fréquents avec la déclinaison boréale qu'avec la déclinaison australe de la Lune. »

CHIMIE. — *Sur la combinaison de l'hydrogène et du sélénium dans un espace inégalement chauffé.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. Troost.

« On sait que, sous l'action de la chaleur, l'hydrogène peut, dans certaines circonstances, se combiner partiellement au sélénium. Nous nous sommes proposé d'étudier les particularités que présente cette combinaison lorsque le tube scellé qui renferme les deux corps n'a pas la même température en tous ses points et, en particulier, lorsque cette température varie graduellement d'une extrémité à l'autre du tube.

» M. Ditte (1) a montré que, quand on chauffe au-dessus de 300° l'une des extrémités d'un tube de verre renfermant du sélénium et de l'hydrogène, on voit, au bout d'un certain temps, apparaître en dehors de la partie chauffée des aiguilles de sélénium entrelacées. Elles se déposent en un point du tube où la température est très voisine du point de fusion du sélé-

(1) Ditte, *Annales de l'École Normale supérieure*, 2e série, t. I, p. 293.

nium (270° environ). Nous appellerons θ cette température et nous distinguerons trois cas.

1° *Aucun point du tube n'est à une température inférieure à* θ.

L'expérience nous a montré que, dans ce cas, le mélange gazeux acquiert *la même composition que si le tube avait été tout entier porté à la température de son point le plus froid.*

» Un tube, contenant environ 20[cc] d'hydrogène et du sélénium en excès a été chauffé pendant deux heures; l'une de ses extrémités était à la température $T = 680°$, l'autre à la température $t = 530°$; on a trouvé par l'analyse du gaz après refroidissement brusque le nombre $\rho = 0,3608$ pour valeur du rapport de la pression partielle de l'hydrogène sélénié à la pression totale. Un tube maintenu pendant le même temps entièrement à la température $t = 530°$ a donné pour ρ le nombre 0,3597. Enfin un tube maintenu pendant le même temps entièrement à la température $T = 680°$ a donné $\rho = 0,3920$.

» Citons encore les résultats d'une série d'expériences où l'on a fait $T = 640°$ et $t = 560°$.

» On a trouvé, après cinq heures de chauffe, pour le tube partiellement chauffé $\rho = 0,3628$ et pour le tube maintenu entièrement à la température t, $\rho = 0,3626$.

» *Dans tous les cas, le sélénium en excès occupait, après l'expérience, l'extrémité la plus froide du tube.*

» 2° *Le point le plus chaud du tube est à une température* T *supérieure à* θ; *le point le plus froid à une température t inférieure à* θ.

» Dans ce cas, l'expérience montre que la composition du mélange gazeux est indépendante des températures des deux extrémités du tube.

» Dans toutes les expériences que nous avons faites, la température t était la température ambiante. Nous ne donnerons que les résultats de trois de ces expériences :

» Pour $T = 592°$, nous avons trouvé $\rho = 0,1986$;

» Pour $T = 680°$, » $\rho = 0,2002$;

» Pour $T = 700°$, » $\rho = 0,1977$.

» Le sélénium, dans tous les tubes, se trouvait condensé en un point bien déterminé du tube où la température avait la valeur θ pendant l'expérience. Presque tout ce sélénium était cristallisé et formait l'anneau signalé par M. Ditte.

» *Remarques.* — Dans toutes les expériences précédentes, on a placé les tubes *horizontalement* dans le fourneau. Le sélénium était placé au début de l'expérience à l'extrémité du tube qui devait être portée à la température la plus élevée. Enfin on s'est assuré que le temps de chauffe employé était suffisant pour atteindre l'équilibre dans les conditions des expériences.

» Dans les deux cas examinés précédemment, nous voyons que le sélé-

nium quitte, pendant l'expérience, l'extrémité la plus chaude du tube. Ce corps est, en effet, volatil; mais il faut remarquer que, lors même qu'il ne jouirait pas de cette propriété, la formation de l'acide sélénhydrique dans les parties les plus chaudes du tube et sa destruction dans les parties les moins chaudes auraient pour effet de transporter le sélénium par volatilisation apparente dans le sens que nous avons indiqué.

» L'expérience montre de plus que la formation de l'acide sélénhydrique dans les parties chaudes du tube doit être beaucoup plus rapide que sa destruction dans les parties plus froides. Si en effet, dans les expériences citées plus haut, on refroidit brusquement les tubes avant que tout le sélénium ait quitté l'extrémité la plus chaude, on trouve que la composition du mélange gazeux est à peu près celle que l'on obtiendrait avec un tube maintenu entièrement à la température de cette extrémité.

» On peut faire en sorte qu'il y ait constamment du sélénium à l'extrémité la plus chaude du tube; il suffit pour cela de placer le tube verticalement dans le fourneau, l'extrémité la plus chaude en bas. Si la masse de sélénium est suffisante, le corps condensé dans les parties froides du tube retombe à chaque instant, en vertu de son poids, vers les parties chaudes. L'équilibre qui tend à s'établir dans le sens que nous avons indiqué se trouve à chaque instant détruit par ce transport purement mécanique du sélénium.

» 3° *La température de l'extrémité la plus chaude du tube est inférieure à* θ.

» *Le mélange gazeux contenu dans le tube a, dans ce cas, la même composition que si le tube avait été entièrement porté à la température du point le plus chaud du tube.*

» Un tube chauffé pendant cent quatre-vingt-seize heures et entièrement à 250°, a donné $\rho = 0,059$. Un autre tube dont l'une des extrémités seulement a été maintenue à la même température pendant le même temps, l'autre extrémité étant à la température ambiante a donné $\rho = 0,057$.

» On voit que la combinaison de l'hydrogène et du sélénium, dans les conditions où nous l'avons étudiée, présente des particularités très nettes. Ces particularités, ainsi que l'a montré M. Duhem (¹), la Thermodynamique les faisait prévoir (²). »

(¹) P. Duhem, *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, t. XVII, 2e Partie; 1893.

(²) Ce Travail a été fait à la Faculté des Sciences de Lille.

CHIMIE. — *Sur le bichromate cérique et la séparation du cérium d'avec le lanthane et le didyme.* Note de M. G. **Bricout**, présentée par M. Troost.

« Erk a étudié l'action du courant électrique sur les sels céreux [1] et démontré que, dans certains cas, il pouvait y avoir dépôt d'un sel ou d'oxyde cérique au pôle positif. Pensant que cette propriété pourrait être utilisée pour séparer le cérium d'avec le lanthane et le didyme, j'ai repris ces expériences et me suis servi avec succès d'une solution chromique qui m'a fourni en outre un bichromate cérique non encore étudié.

» *Bichromate cérique.* — Dans une solution légèrement acide, obtenue en dissolvant le carbonate céreux dans l'acide chromique, j'ai fait passer un courant électrique de $2^{volts},5$ à 3 volts en employant pour pôle positif une électrode à grande surface.

» Le courant fermé, il s'est produit immédiatement à ce pôle un dépôt cristallin qui, séparé de l'eau mère, lavé et séché, correspond à la formule

$$CeO^2, 2CrO^3, 2H^2O \quad (^2).$$

» Ce corps se présente sous forme de petits cristaux d'un rouge orangé éclatant; il est soluble dans les acides et donne les réactions des sels cériques. L'eau, dans laquelle il est complètement insoluble, le décompose peu à froid, mais assez rapidement à l'ébullition et le transforme en un chromate jaune qui, par plus longue digestion, abandonne complètement son acide chromique et laisse un résidu d'oxyde cérique hydraté.

» *Séparation du cérium d'avec le lanthane et le didyme.* — Le lanthane et le didyme, qui ne forment pas avec l'oxygène d'oxydes supérieurs, traités dans les mêmes conditions, ne donnent aucun dépôt au pôle positif. On peut donc, sur ce procédé, fonder une méthode de séparation.

» Pour juger de sa valeur, j'ai traité, comme il a été dit plus haut, les oxydes du commerce extraits directement de la cérite. Le bichromate obtenu, bien lavé, a été dissous dans l'acide chlorhydrique et le cérium précipité à l'état d'oxalate. Une solution nitrique très concentrée de ce dernier sel examinée au spectroscope n'a donné aucune trace de raie d'absorption; une autre partie calcinée a fourni de l'oxyde de cérium de couleur jaune très pâle. De ces deux expériences on peut conclure à la pureté du sel.

---

(1) *Zeitschrift für Chemie* (2), t. VII, p. 100; 1871.

(2)

	CeO^2.	$2CrO^3$.	$2H^2O$.
Calculé	42,05	49,15	8,80 = 100
Trouvé	41,60	50,01	9,00 = 100,61

L'excès d'acide chromique trouvé par l'analyse provient de ce que l'oxalate de cérium

» En résumé, cette méthode aurait l'avantage de permettre l'obtention rapide d'un sel de cérium pur et facilement soluble (1) ».

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la dessiccation de la fécule.* Note de MM. **Bloch.**

« La dessiccation de la fécule a pris depuis quelque temps une telle importance que non seulement les industriels et négociants s'en sont occupés, mais encore les maîtres de la Science. On est tombé d'accord que cette opération, si simple en apparence, est d'une difficulté très grande et réalisable seulement par des mains exercées aux analyses chimiques.

» Pour notre part, nous avons prévu, dès 1854, la nécessité de doser la quantité d'eau des fécules; c'est à cette époque (*Comptes rendus*, 13 novembre 1854) que nous avons fait paraître le féculomètre Bloch.

» Nos expériences nous ont conduits à certains résultats, que nous nous empressons de publier pour aider les recherches futures de la question.

» Quelle base doit être choisie pour fixer le type unité?

» Il n'y a que deux états fixes pour la fécule : la *fécule anhydre* $C^6H^5O^5$ dont l'équivalent représente 81 ($H=1$), et la *fécule à son maximum d'hydratation*, $C^6H^5O^5+9HO$, dont l'équivalent est 162, soit le double de la fécule anhydre.

Composition de la fécule d'après MM. Bloch.

Différents états des fécules.	Marquant au féculomètre.	Marquant au dose-fécule.	Formules.	Équivalents $H=1$.	Eau pour 100.	Fécule normale pour 100.
Fécule normale séchée à 160° dans un courant d'air sec ..	° »	gr »	$C^6H^5O^5$	81	»	100
Fécule sèche du commerce à..	81,81	81,81	$C^6H^5O^5+2HO$	99	18,18	81,81
Fécule sèche du commerce à..	75,00	75,00	$C^6H^5O^5+3HO$	108	25,00	75,00
Fécule verte, bien déposée à son maximum d'hydratation.	50,00	50,00	$C^6H^5O^5+9HO$	162	50,00	50,00

n'est pas tout à fait insoluble dans l'eau légèrement acide et vient se joindre à l'oxyde de chrome. La transformation par le calcul de l'oxyde de chrome en acide chromique augmente encore cette erreur.

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire d'enseignement chimique et de recherches de la Sorbonne.

» Du Tableau ci-dessus on peut conclure que :

	Fécule à 81°,81.	Fécule à 75°.	Fécule à 50°.
	kgr	kgr	kgr
100^{kg}, fécule normale, correspondent à	122,23	133,33	200,00
100^{kg}, fécule sèche du commerce à 81°,81 correspondent à	100,00	109,09	163,63
100^{kg}, fécule sèche du commerce à 75° correspondent à	91,53	100,00	150,00
100^{kg}, fécule verte du commerce à 50°, correspondent à	61,11	66,66	100,00

» Il existe en ce moment deux appareils, l'un le *Féculomètre Bloch* basé sur le volume, l'autre le *Dose-fécule Bloch,* basé sur le poids, volume et poids constant de la fécule à son maximum d'hydratation.

» On s'est efforcé de vouloir doser les fécules par la dessiccation, sans s'être rendu compte qu'il faut, pour avoir une donnée exacte, dessécher la fécule de manière à la rendre anhydre, sans quoi toute base sérieuse disparaît, les unes se dessèchent à 100°, les autres à 110°.

» Nos expériences nous ont prouvé que ni 100° ni 110° *ne peuvent dessécher complètement* la fécule, mais que 155°, même 160°, sont nécessaires à la pression atmosphérique.

» Voici l'expérience que nous avons faite, répétée plusieurs fois.

» Dans un flacon à émeri, à large ou étroite ouverture, nous avons mis un poids donné de fécule, nous l'avons exposé durant plusieurs jours à une température donnée, jusqu'à vaincre par ce moyen l'adhérence de l'eau par la fécule. Lorsque le poids est resté stationnaire, nous avons élevé la température à un point fixe, jusqu'à que le poids ne diminuât plus, et ainsi de suite.

» Voici la moyenne des expériences :

Dessiccation d'une fécule verte à son maximum d'hydratation.

Composition $C^6H^5O^5 + 9HO (H = 1)$ soit 81 fécule anhydre + 81 eau donc à 50 pour 100.

» 2^{gr},25 poids primitif ont perdu (flacon à petite ouverture) :

Après	8 jours	à	50°	0^{gr},236	= pour 100	10,488
»	3	»	85	0,302	»	13,422
»	3	»	110	0,632	»	28,088
»	3 heures	à	115	0,922	»	40,977
»	20	»	115	1,102	»	48,977
»	4	»	125	1,112	»	49,422
»	4	»	130	1,114	»	49,511
»	1	»	157	1,125	»	50,000
»	½	»	160	1,125	»	50,000

Dessiccation d'une fécule séchée à l'air de 20° à 25°.

» $4^{gr},50$ poids primitif ont perdu (flacon à large ouverture) :

Après	6 heures	à	40°..............	$0^{gr},190$ = pour 100		4,222
»	9	»	46..............	0,290	»	6,444
»	12	»	50..............	0,501	»	11,133
»	12	»	60..............	0,581	»	12,911
»	12	»	70..............	0,711	»	15,800
»	12	»	80..............	0,766	»	17,022
»	12	»	90..............	0,771	»	17,155
»	12	»	100..............	0,801	»	17,800
»	12	»	110..............	0,801	»	17,800
»	12	»	120..............	0,801	»	17,800
»	1	»	145..............	0,806	»	17,911
»	½	»	157..............	0,826	»	18,355

» Nous pouvons donc conclure qu'*à 100° et 110° la dessiccation est incomplète et ne donne pas de la fécule anhydre; de plus, qu'il faut opérer à* 160°.

» Cela prouve encore que les derniers équivalents d'eau ne se vaporisent pas à 100° ni même à 110° comme l'eau libre.

» On objecte que la fécule se transforme en dextrine à cette température; oui, quand elle est traitée à l'acide, au chlorure, ou autres produits, mais à peine quand c'est de la fécule naturelle et pure. Encore la transformation en dextrine ne change-t-elle pas le résultat, car l'équivalent de cette dernière est le même que celui de la fécule anhydre.

» Nous engageons donc à adopter la température de 160° par la raison que c'est un point fixe facile à obtenir, donnant de la fécule anhydre, et qu'ensuite les résultats pourront être contrôlés par les appareils existant à cet effet, desquels nous avons parlé plus haut, tous deux indiquant la quantité de fécule anhydre pour 100 de fécule hydratée du commerce, suivant le Tableau ci-dessous.

» Avec notre étuve, l'opération se fait très facilement : c'est une étuve à vapeur timbrée, à 6^{kgr}, et qui termine l'opération en une heure.

Dessiccation d'une fécule sèche comparée au féculomètre Bloch marquant 81,5 *pour* 100 *de fécule.*

$4^{gr},560$	séchée à	150°	a perdu	$0^{gr},830$	soit	18,311	pour 100	
$5^{gr},425$	»	157°	»	$1^{gr},000$	»	18,433	»	d'eau.

Dessiccation d'une fécule sèche marquant au féculomètre Bloch 80 *pour* 100 *et au dose-fécule Bloch* 80 *pour* 100 *de fécule.*

$5^{gr},249$ séchée à 157° a perdu $1^{gr},050$ soit 20 pour 100 d'eau.

Dessiccation d'une fécule verte marquant au féculomètre Bloch 50 *pour* 100 *et au dose-fécule Bloch* 50 *pour* 100 *de fécule.*

$4^{gr},5$ séchée à 157° a perdu $2^{gr},250$ soit 50 pour 100 d'eau.

CHIMIE ANIMALE. — *Sur le liquide de la périostite albumineuse.* Note de M. **L. Hugounenq**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Sous le nom de *périostite albumineuse*, M. Ollier a décrit le premier une maladie assez rare caractérisée par l'accumulation sous le périoste et dans les couches périostales d'un liquide incolore ou jaunâtre, filant, albumineux, analogue à la synovie.

» L'étiologie et la nature de cette affection étant encore à peu près inconnues, malgré les nombreux travaux dont elle a été l'objet, j'ai cru devoir soumettre à des analyses répétées les collections liquides retirées par ponctions successives chez deux malades atteints de périostite albumineuse.

» Le liquide est transparent, jaunâtre, très nettement alcalin, de densité généralement comprise entre 1020 et 1035; il tient fréquemment en suspension des gouttelettes de graisse. Il se prend en masse un peu au-dessous de 80° par suite de la présence d'une forte proportion de matières albuminoïdes. Contrairement à ce qu'on pouvait attendre d'un produit albumineux, le liquide abandonné à l'air libre résiste très bien à la putréfaction, bien qu'il renferme, suivant M. Dor, des staphylocoques.

» L'analyse immédiate démontre la présence, dans cet exsudat, de deux matières protéiques : une nucléo-albumine qui, dédoublée par la pepsine, fournit 13 pour 100 environ de nucléine à 1,75 pour 100 de phosphore et une albumine, beaucoup plus abondante, que toutes ses réactions permettent d'identifier avec la sérine du sérum sanguin.

» Les matières extractives sont représentées par un peu d'urée (0,02 pour 100 environ) et une proportion quatre ou cinq fois plus élevée d'acide succinique que j'ai pu séparer à l'état de succinate de chaux bien cristallisé et parfaitement blanc. Indépendamment de ces composés, l'exsudat périostique renferme une petite quantité de matière azotée que

je n'ai pu déterminer. La recherche de la créatinine, de la leucine, de la tyrosine, de l'acide urique, de la peptone et du sucre, a donné des résultats négatifs. A côté de matériaux extractifs, figure de la graisse, quelquefois abondante, assez souvent à l'état de traces insignifiantes.

» L'incinération du résidu fixe abandonné par l'exsudat de la périostite albumineuse fournit des cendres où domine le chlorure de sodium et qui contiennent, outre la potasse, de la chaux, des acides sulfurique ou phosphorique, du carbonate de soude.

» Voici du reste la moyenne de cinq analyses de ce liquide périostique :

Densité	1036
Eau	91^{gr},61 pour 100
Résidu fixe	8,39 »
Nucléo-albumine	0,87 »
Sérine	5,61 »
Acide succinique, urée, graisse, extractif	0,98 »
Sels minéraux	0,93 »

» Ces derniers se répartissent comme suit :

Chlorure de sodium	0^{gr},43 »
Sulfate »	0,04 »
Phosphate »	0,06 »
Carbonate »	0,22 »
Chlorure de potassium	0,08 »
Phosphate tricalcique	0,05 »

» De toutes les collections pathologiques dont la composition est actuellement connue, le liquide de l'hydarthrose est celui qui se rapproche le plus de l'exsudat périostique. Dans le liquide de l'hydarthrose, on trouve en effet les mêmes proportions de résidu fixe, de nucléo-albumine, de sérine, de matières extractives et de sels où le chlorure de sodium domine également. La ressemblance qualitative et quantitative entre les deux liquides est si accusée qu'il n'existe pas de caractère chimique susceptible de les différencier.

» Ces résultats analytiques, le dernier surtout, pourront peut-être éclairer, maintenant ou plus tard, la pathologie d'une maladie aussi peu connue que la périostite albumineuse. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Influence des agents atmosphériques, en particulier de la lumière, du froid, sur le bacille pyocyanogène.* Note de MM. D'ARSONVAL et CHARRIN, présentée par M. Marey.

« Plus nos connaissances en Bactériologie se développent, plus nous saisissons et la fréquence et l'importance des causes d'atténuation ou d'exaltation qui portent tant sur les microbes que sur les terrains qu'ils envahissent. Ces causes expliquent les variations infinies soit de ces microbes, soit de ces terrains; ces variations font comprendre comment un seul germe produit des lésions, des symptômes si distincts comme apparence, comme siège, comme évolution, comme gravité.

» Parmi les influences subies tantôt par les bactéries, tantôt par les organismes, celles qui dépendent des agents atmosphériques s'exercent à tous les instants, aussi bien qu'à tous les degrés de l'échelle des êtres vivants. Leur étude a fait l'objet de travaux dont l'historique, fort long d'ailleurs ([1]), ne saurait trouver ici sa place.

» Malgré d'excellentes recherches, le rôle de ces agents atmosphériques dans les maladies microbiennes est loin d'être totalement élucidé; d'autre part, des principes vrais pour une espèce donnée ne sont pas forcément applicables à sa voisine; en outre, l'usage du bacille pyocyanogène, grâce à la mobilité de quelques-unes de ses fonctions, permet de saisir les atténuations les plus délicates : tels sont, en partie, les motifs qui nous ont décidés à reprendre ces questions, d'autant plus que, dans la majorité des cas, on s'est borné, pour une bactérie déterminée, à expérimenter deux ou trois, au maximum, de ces agents physiques de l'air.

» Déjà, nous avons fait connaître les résultats obtenus ([2]) en faisant agir l'électricité, les courants à haute fréquence, la pression sous acide carbonique, l'ozone dépourvu de tout élément nitreux.

» Les travaux d'Arloing, Roux, Straus, Duclaux, Gaillard, Raspe, Geisler, Pansini, etc. ont bien établi l'influence bactéricide de la lumière. Cette puissance est des plus nettes, quand on dirige soit le spectre du Soleil, soit celui de l'arc voltaïque; entre ces deux sources, suivant la remarque de Geisler, la distinction n'est pas radicale. — Le premier résultat,

---

([1]) CHARCOT-BOUCHARD *Traité de Médecine*, 1er volume.

([2]) *Société de Biologie*, 1893.

au bout de quelques instants, se traduit, pour le bacille pyocyanique, par une diminution du pouvoir chromogène; à coup sûr, à ce moment, on tiendrait pour nulle cette action lumineuse, si ce pouvoir chromogène n'existait pas. Pour ce bacille, pour le *prodigiosus*, Chmielewski, d'autres avec lui, ont constaté des faits analogues.

» Si, par filtration au travers d'une solution de bichromate de potasse, on prive la lumière de ses rayons actiniques, toute influence cesse. La différence d'action entre les radiations chimiques et lumineuses du spectre est aussi profonde que possible. Pendant le même temps, trois à six heures, deux tubes identiques, contenant chacun 2^{cc} d'une même culture, reçoivent, avec la même exposition, sous la même incidence, à la même distance, l'un la lumière blanche complète, l'autre la même lumière dépouillée de radiations chimiques par filtration à travers le bichromate; puis, comme dans toutes ces diverses expériences, on reporte sur agar une goutte de chacune de ces cultures. Après deux jours d'étuve, à 35°, seule la culture soumise à la lumière rouge donne des pigments; l'autre est complètement incolore. Si l'on prolonge cette expérience, cette seconde culture devient stérile, alors que la première continue à prospérer. — Janowski, Downes et Blunt, Chmielewski, etc., étaient arrivés à des conclusions semblables.

» Il est juste d'indiquer l'excessive variété des résultats obtenus, suivant l'intensité des sources lumineuses.

» On sait que les microbes supportent vaillamment les abaissements thermiques. Bordoni-Uffreduzzi, Prudden, Fraenkel, Bujwid, etc. ont observé quelques rares espèces dans la glace, dans la neige, dans la grêle, etc. Cette résistance explique, en partie, les épidémies des hivers. — Pour le bacille pyocyanique, il perd promptement, sous l'action du froid, ses qualités pigmentaires. Toutefois, pour l'anéantir, il est nécessaire de recourir à des refroidissements d'une intensité exceptionnelle, —40°, —60°, obtenus à l'aide du cryogène de Cailletet ou de l'appareil Carré.

» Soumis à ces influences, le germe présente des formes anormales : tantôt il s'allonge; tantôt il est ovoïde, rappelant par sa disposition bout à bout les figures d'un pneumocoque; sa multiplication est très ralentie; ses colonies sur gélose sont plus blanches, plus crémeuses.

» Ces divers agents physiques, le froid en particulier, n'agissent pas uniquement sur les ferments figurés.

» Nous avons placé, à ces basses températures de — 40°, — 60°, des ballons ou des tubes d'agar stériles; puis, nous les avons retirés, mis à l'étuve et ensemencés au bout de différents intervalles. Dans six cas sur huit, les milieux refroidis ont fourni une végétation distincte de celle des milieux témoins, n'ayant subi aucune intervention. Cette végétation a été un peu moins abondante dans deux de ces bouillons congelés;

inversement, quatre fois, ces bouillons congelés ont donné une multiplication plus rapide, une coloration plus vive; la discordance dépend de causes que nous n'avons pu encore saisir.

» Ainsi, le froid modifie les bactéries; il modifie également, quoique d'une façon infiniment moins marquée, les terrains. Pour la gélose, cette modification est appréciable chimiquement; pour les liquides, seul le bacille s'aperçoit des changements. — Un point important à noter, c'est que ces changements persistent durant une période dont il reste à fixer le terme. Il en résulte que l'influence de ces agents physiques se fait sentir non seulement à l'instant de leur application, mais encore plus tard. Il faut avoir des craintes, et pendant qu'on est dans le courant d'air, et lorsqu'on s'est réchauffé depuis quelques heures, peut-être depuis quelques jours.

» On le voit, grâce à l'expérimentation, des données s'accumulent, permettant de saisir le rôle des agents atmosphériques dans la genèse des maladies bactériennes et de faire tomber sous les sens le côté mystérieux de ce qu'on appelle encore le *génie épidémique.* »

ZOOLOGIE. — *Sur les amibocytes, l'ovogénèse et la ponte chez la* Micronereis variegata (*Claparède*) ([1]). Note de M. **Émile-G. Racovitza**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les recherches entreprises sur les sujets mentionnés par le titre m'ont conduit aux résultats suivants :

» Les *amibocytes* dans les segments ordinaires des femelles ont une forme arrondie et sont tous bourrés de granules jaunâtres et de gouttelettes de graisse; on les trouve, ou libres dans la cavité générale, ou collés aux parois des vaisseaux; mais, dans les deux cas, ils présentent le même aspect.

» Malgré les nombreuses coupes examinées, je n'ai jamais trouvé d'amibocytes en voie de division; du reste, le fait qu'ils sont remplis, à en être déformés, par toutes sortes de corps étrangers, en exclut la probabilité.

» Ils se forment donc autre part que dans les segments adultes de l'animal. L'examen du segment prolifère permet de trouver leur origine; on constate aisément qu'ils dérivent directement de la masse mésoder-

([1]) Travail fait aux laboratoires de Roscoff et de la Sorbonne.

mique non encore différenciée du segment en voie de formation. Entre la double rangée de noyaux représentant le mésoderme splanchnique et le mésoderme somatique se trouvent des cellules isolées, dont on peut suivre la transformation en amibocytes en examinant des coupes en série.

» Dans la même masse mésodermique (qui est un centre actif de division par mitose), s'observent des noyaux plus gros que les autres : ce sont les noyaux des cellules mères des œufs. Le segment jeune emporte ainsi avec lui au moment de sa formation le nombre d'amibocytes et de cellules mères fixés comme sa part dans l'économie générale de cette annélide. Comme ces formations sont libres dans la cavité générale du segment adulte, elles peuvent passer dans les autres segments ou se coller aux vaisseaux.

» *Les cellules mères des œufs*, dont j'ai indiqué l'origine, commencent très tôt à se diviser par mitoses successives et donnent chacune une dizaine de cellules filles qui restent collées ensemble, formant une petite masse mûriforme. Le cytoplasma des cellules filles est très réduit, par contre le noyau est très gros, ses points chromatiques sont très rapprochés et il n'y a pas de nucléole. Les transformations ultérieures se font de la manière suivante :

» Les noyaux grossissent et un nucléole homogène se colorant fortement apparaît; une des cellules, l'œuf futur grossit très vite. Son cytoplasma se charge de gouttelettes graisseuses; ces dernières disparaissent peu à peu pour faire place à de petits globules sphériques qui, sous l'influence des fixateurs, se résolvent en une masse finement granuleuse. Pendant ce temps, le noyau a continué à grossir; il est devenu plus clair, à la suite de l'éloignement des points chromatiques les uns des autres; à ce moment, on voit très bien que ces points forment les nœuds d'un réseau très fin. Puis ces points chromatiques se résolvent en une fine poussière formant des traînées.

» Le nucléole a subi aussi des transformations : il a grossi, la partie colorée s'est portée à la périphérie, laissant au milieu un espace clair. Ensuite la partie périphérique s'épaissit, et au centre de la partie claire apparaît une petite vésicule sphérique. De la périphérie du nucléole se détache une vésicule claire, qui grossit rapidement en contenant le nucléole à son intérieur.

» Les autres cellules filles, dont le cytoplasme n'a pas augmenté de volume, forment une petite masse à l'un des pôles de l'œuf. Leurs noyaux ont subi les mêmes transformations, mais sont restés plus petits que celui

de l'œuf. Elles disparaissent finalement, en s'aplatissant de plus en plus à la surface de ce dernier.

» L'œuf mûr est constitué de la manière suivante : une mince membrane vitelline entourant un vitellus qui à l'état frais est formé de globules paraissant homogènes et ayant tous la même grosseur, mais sous l'action des réactifs le centre des globules se colore par les colorants nucléaires, la zone périphérique par les colorants diffus : chacun de ces corpuscules prend ainsi l'aspect d'une petite cellule. La vésicule germinative, entourée d'une mince membrane, présente un contenu finement granulé et la tache germinative se présente comme une vésicule claire contenant un petit corps ovoïde formé par une zone périphérique fortement colorée et un centre plus clair. A l'intérieur de la partie claire se trouve une petite vésicule sphérique. De ce qui précède, il ressort que chaque cellule mère ne produit qu'un seul œuf.

» Comme les œufs sont très gros (240^{μ}) par rapport aux dimensions de l'animal (350^{μ} de largeur) et comme les organes segmentaires manquent, l'évacuation des œufs doit se faire d'une manière toute spéciale chez cette annélide. Je n'ai pas pu voir la ponte naturelle, mais, en soumettant une femelle très mûre à une très légère pression, j'ai pu constater que les œufs se dirigent vers la partie postérieure du corps. Le premier arrivé dans le pygidium distend celui-ci et sort, en se déformant légèrement, par un orifice placé dorsalement par rapport à l'anus. Après sa sortie, le pygidium reprend son état normal et l'orifice se ferme comme par un sphincter. Tous les œufs prennent ce chemin, qui, étant donné leur grosseur, paraît l'unique point par lequel ils puissent sortir. »

GÉOLOGIE. — *Sur le synchronisme des bassins houillers de Commentry et de Saint-Étienne et sur les conséquences qui en découlent.* Note de M. A. **Julien**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'âge relatif du bassin houiller de Commentry doit être fixé par la comparaison de sa flore avec celle du bassin de Saint-Étienne, type reconnu du houiller supérieur, depuis la publication du bel Ouvrage de M. Grand'Eury, et par l'étude des variations que présentent, dans la succession des assises, les espèces communes aux deux bassins. C'est la non-application de la méthode fondée par W. Smith en Angleterre et par Alex. Brongniart en France, contrôlée et perfectionnée par plus de soixante-dix

ans de recherches dans l'univers entier, qui a fait méconnaître l'âge du bassin de Commentry par les savants auteurs de la flore fossile de Commentry.

» Comme préliminaire à cette étude, j'ai dû dresser un Tableau complet de la répartition de la flore de Saint-Étienne, suivant les neuf étages dans lesquels M. Grand'Eury a subdivisé ce bassin. La flore de Commentry se compose de 210 espèces, sur lesquelles une centaine se retrouvent à Saint-Étienne, abstraction faite de la flore spéciale de Rive-de-Gier. Ce nombre nous donne une proportion de près de 50 pour 100 d'espèces communes aux deux bassins, largement suffisante pour le but que nous poursuivons. La nature particulière de l'exploitation dans ce bassin a fait que cette flore se trouve naturellement groupée en florules distinctes, réparties à diverses hauteurs dans la grande couche et ses dépendances. Pour bien comprendre la dissémination de ces florules, nous rappellerons brièvement l'anatomie du terrain houiller de Commentry.

» A l'Est, la grande couche est subdivisée en trois veines par l'intercalation d'un banc de grès très fossilifère dit le *banc des Roseaux*, et un peu au-dessus par un autre banc constitué par une brèche stérile dite le *banc des Chavais*, d'origine glaciaire, comme la roche Sainte-Aline.

» A l'Ouest, la grande couche perd son unité et elle se subdivise en six ramifications séparées par des lits de schistes. Le banc des Chavais n'existe plus; celui des Roseaux a également disparu, mais il est remplacé par un autre banc dit *banc de l'Ouest*, également fossilifère. Le toit recouvre uniformément la grande couche. A la base, le mur gréseux sépare la grande couche de la brèche glaciaire de Sainte-Aline.

» Les florules diverses dont l'ensemble constitue la flore générale de Commentry sont les suivantes :

» Florule du mur, 3 espèces; florule du banc des Roseaux, 84 espèces; florule du banc de l'Ouest, 19 espèces; florule des schistes intercalés dans la seconde ramification, 43 espèces; florule du toit, 75 espèces.

» Examinant chaque florule séparément, nous avons considéré les espèces communes aux deux bassins et nous avons étudié leur répartition exacte dans la série des étages de Saint-Étienne. C'est ainsi que nous sommes arrivé à établir le synchronisme des diverses assises des deux bassins. Nous le formulons très brièvement ci-après, nous réservant de le développer ailleurs.

» A. Le toit de la grande couche et les schistes intercalés dans la deuxième coïncident par leur flore avec les étages moyen et supérieur de Saint-Étienne. La flore du

toit a 34 espèces communes réparties ainsi : 15 dans la série d'Avaize, 19 dans l'étage des Rochettes, 28 dans la série de I à VII, 24 dans la VIII^e, 21 dans la série de IX à XII, 15 dans la série de XIII à XVI, 15 dans l'étage des grattes de Saint-Chamond, 6 dans l'étage intermédiaire, 7 dans l'étage de Rive-de-Gier. Le maximum des analogies correspond donc aux couches de Saint-Étienne allant de la XII^e à celle des Rochettes; c'est en effet le niveau du *Zygopteris pinnata* Gr.; du *Dory-Cordaites affinis* id.; des *Odontopteris minor* Brg. et *Genuina* Gr.; des *Dictyopteris Brongniarti* Gutb. et *Schützei* Roëm.; du *Tæniopteris jejunata* Gr., etc. Il en est de même de la flore des schistes de la deuxième qui offre 23 espèces communes avec Saint-Étienne.

» B. Le banc des Roseaux correspond exactement aux couches allant de la XIII^e à l'horizon siliceux de Grand'Croix. Le maximum d'analogies est avec l'étage intermédiaire et celui des Cordaïtées de Saint-Chamond. Les 36 espèces qu'il a de communes avec Saint-Étienne se répartissent ainsi : 7 dans la série d'Avaize et la couche des Rochettes, 14 dans l'étage de la I^{re} à la VII^e, 11 dans la VIII^e, 10 dans la série de IX à XII. Si l'on envisage toute la série des couches de I à XII, c'est-à-dire tout l'étage moyen de Saint-Étienne, le chiffre des plantes communes est de 16; 11 se trouvent dans les couches de XIII à XVI, 12 dans l'étage des grattes, 19 dans le conglomérat proprement dit; 16 dans Rive-de-Gier, ou encore, si nous considérons l'épaisseur comprise entre Rive-de-Gier et le sommet des grattes, nous obtenons 31 espèces communes. C'est dans le banc des Roseaux, qui n'a que 2 espèces communes avec le toit, que se rencontrent la plupart des graines de l'horizon siliceux de Grand'Croix : les *Dicranophyllum*, une abondance extrême de débris de Cordaïtées et de Sphénoptéridées. C'est aussi le gisement du *Pecopteris arborescens* Sch., du *Lepidodendron Beaumontianum* Brg., du *Calamodendron striatum* Cotta, du *Lepidodendron Jarackzewsi* Zeil., du *Pecopteris integra* And., et de beaucoup d'espèces nouvelles dont les affinités sont avec des plantes du houiller moyen. Ce caractère d'ancienneté relative est confirmé par l'examen comparatif avec les flores de Valenciennes et du Gard : c'est incontestablement une flore plus ancienne que celle du toit et qui s'oppose absolument à la fixation de l'âge de Commentry soit dans l'étage des fougères, soit à plus forte raison, comme le veulent MM. Zeiller et Renault, à la partie supérieure de l'étage des Calamodendrées.

» C. La flore du Banc de l'Ouest a 8 espèces communes avec Rive-de-Gier et Saint-Étienne, 9 avec Valenciennes et 7 avec Bessèges. Son caractère d'ancienneté relative est établi par *Pecopteris arborescens* Sch., *Lepidodendron Beaumontianum* Brg., *Lomatophloios macrolepidotum* Gold., *Lepidophloios Laricimus* Stern., *Knorria imbricata* id. de Rive-de-Gier, et par *Lepid. obovatum* Stern. et *L. Jarackzewski* Zeil., *Lepidostrobus Geinitzi* Sch., *Pecopteris Bioti* Brg., etc., qui rattachent cette flore à Valenciennes et à Bessèges. Les espèces communes qu'il offre avec le banc des Roseaux mettent le banc de l'Ouest au même niveau statigraphique que ce dernier.

» D. Les grès du mur confirment les résultats exposés ci-dessus par la présence de *Calamites Artisi* Sauv., très voisin du *C. ramosus* et de *Nevropteris heterophylla* Brg., du houiller moyen.

» Le synchronisme général qui termine notre deuxième Note présentée

à l'Académie des Sciences le 21 août 1893 se trouve ainsi justifié et précisé. Nous pouvons donc affirmer que tout l'ensemble des couches de Commentry comprises entre le banc des Chavais au sommet et le toit du Colombier à la base est synchronique de la portion du bassin de Saint-Étienne comprise entre la XXX^e couche et le toit de Rive-de-Gier, par conséquent synchronique du système supérieur du Mont-Crépon.

» L'origine glaciaire des brèches variées de Commentry, établie par l'étude de leurs caractères intrinsèques, se trouve ainsi confirmée par la stratigraphie paléontologique. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'épiderme des pédoncules séminifères et des graines chez le* Bennettites Morierei (*Sap. et Mar.*). Note de M. O. **Lignier**, présentée par M. Duchartre.

« J'ai, dans une Note précédente (1), dit qu'il existe dans la région périphérique du *Bennettites Morierei* des pédoncules séminifères restés grêles par atrophie, tandis que ceux de la région centrale sont au contraire devenus très gros. Ces pédoncules atrophiés sont de la plus grande utilité pour arriver à la compréhension du fruit parce qu'ils peuvent, en raison même de leur arrêt de développement, être considérés comme représentant l'état jeune des pédoncules séminifères.

» Or la comparaison entre eux de pédoncules plus ou moins atrophiés ou, mieux encore, l'étude de l'un d'eux à ses différents niveaux, jointes à l'examen des pédoncules adultes à tous les niveaux, m'ont amené à reconnaître que leur épiderme subissait successivement les transformations suivantes lors du développement du fruit.

» Les cellules épidermiques, de bonne heure très allongées longitudinalement, se recloisonnaient tangentiellement et radialement de façon que leur assise se trouvât finalement remplacée par un épais tissu. Puis chacune des cellules de ce tissu s'isolait complètement de ses voisines en s'arrondissant transversalement; elle se transformait ainsi en un véritable tube indépendant dont les parois, sans être bien épaisses, semblent cependant avoir présenté une grande force de résistance à l'écrasement. Par suite de ces modifications successives, l'épiderme primitif se trouvait donc remplacé par une *enveloppe tubuleuse* à éléments *dissociés* dont la profondeur

(1) *Comptes rendus* du 11 décembre 1893.

pouvait être 50 fois plus grande que celle de l'épiderme lui-même. La taille et le nombre des tubes sont d'ailleurs très variables avec le niveau examiné; ainsi, à la base des pédoncules adultes, on en compte jusqu'à 40 et plus sur le même rayon et chacun d'eux n'a guère que 10 µ de diamètre, tandis que vers le milieu des pédoncules il n'en existe plus qu'une dizaine et que leur diamètre est d'environ 50 µ.

» Au sommet des pédoncules cette enveloppe, d'origine épidermique, est réduite à deux assises dont l'extérieure seule est encore tubuleuse. L'assise intérieure, que je dénomme *assise plissée*, y est formée d'éléments courts, contigus et adhérents les uns aux autres, et dont les parois latérales sont plissées, comme affaissées sous l'influence d'une pression normale à la surface du pédoncule.

» Ces assises se retrouvent dans toute la moitié inférieure de la graine. Dans sa moitié supérieure, l'assise extérieure subsiste encore, mais réduite à quelques tubes longitudinaux épars; l'assise intérieure au contraire se modifie complètement. Ses cellules s'allongent; elles reprennent l'aspect et la consistance des tubes, mais, cette fois, leur direction, au lieu d'être longitudinale, est nettement radiale. Leur ensemble forme une *assise rayonnante*, épaisse par places de 650 µ et qui semble être le principal tissu protecteur de la graine dans cette région.

» La transformation de l'épiderme des pédoncules en une enveloppe de tubes dissociés est un fait bien remarquable et dont je ne connais aucun autre exemple. Peut-être est-elle due à des besoins physiologiques résultant de l'organisation particulière du fruit? Il semble en effet que l'enveloppe tubuleuse devait, par sa structure si originale, se prêter admirablement à l'élongation des pédoncules, en atténuant les froissements et les compressions dus aux écailles interséminales qui les enserraient.

» Quant à la structure si spéciale de l'épiderme de la graine, elle me paraît bien différente de celle de la plupart des graines fossiles actuellement connues. Le tégument du *Gnetopsis elliptica* B. Ren. offre bien, près de son sommet, une assise rayonnante très analogue, mais malheureusement il ne semble pas que ce tégument soit homologue de celui des graines de *Bennettites*. Peut-être la comparaison avec le *Polypterospermum Renaultii* Brong. serait-elle plus juste? »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 15 JANVIER 1894.

Manuel de Minéralogie, par A. DES CLOIZEAUX, Membre de l'Institut (Académie des Sciences), professeur honoraire au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Tome II, 2e fasc. Paris, Vve Ch. Dunod, 1893; 1 vol. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY, deuxième série. Tome XVII, octobre 1893. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 fasc. in-8°.

Notice généalogique sur la famille Papin, son existence ancienne, sa noblesse, ses alliances, ses illustrations: Denis Papin, Nicolas Papin et Isaac Papin. Extrait de l'Ouvrage: *Vie et Œuvres de D. Papin*, par L. DE BELENET, officier d'infanterie. Blois, Migault et Cie, 1893; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Berthelot.)

Étude monographique de la famille des Globulariées au point de vue botanique, chimique et thérapeutique, par le Dr ÉDOUARD HECKEL, professeur à la Faculté des Sciences et à l'École de Médecine de Marseille, lauréat de l'Institut (Académie des Sciences), etc. Paris, G. Masson, 1894; 1 vol. in-4°.

Direction générale des Douanes. Tableau général des mouvements du cabotage pendant l'année 1892. Paris, Imprimerie Nationale, 1893; 1 vol. grand in-4°.

Bulletin de la Société géologique de France. 3e série. Tome XXI. Paris, 1893; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe. 2e série. Tome XXVI. Le Mans, Edm. Monnoyer, 1893; 1 vol. in-8°.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. 1894. Bruxelles, Hayez, 1894; 1 vol. in-8°.

Rapport sur les longitudes, latitudes et azimuts, par H.-G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN. Neuchâtel, Attinger frères, 1893; 1 vol. in-4°.

Verslag van den Staat der Sterrenwacht te Leiden en van de Aldaar volbrachte werkzaamheden, in het tijdvak van den 16der *september* 1890 *tot den* 20ster *september* 1892, uitgebracht *door* H. G. VAN DE SANDE BAKHUZYEN. Leiden, E. J. Brill, 1892; 2 fasc. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 JANVIER 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Guyou,* dans la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de feu M. le vice-amiral *Pâris.*

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Guyou** prend place parmi ses Confrères.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Intégration de l'équation du son pour un fluide indéfini à une, deux ou trois dimensions, quand des résistances de nature diverse introduisent dans cette équation des termes respectivement proportionnels à la fonction caractéristique du mouvement ou à ses dérivées partielles premières;* par M. **J. Boussinesq.**

« I. Une importante Note de M. Poincaré (*Comptes rendus*, 26 décembre 1893; t. CXVII, p. 1027) vient d'appeler l'attention sur le problème de la propagation de mouvements comme seraient des ondes sonores provoquant certaines résistances proportionnelles à la vitesse, problème que cette Note résout, dans le cas d'un milieu indéfini à une seule coordonnée x, par l'emploi de la formule de Fourier, avec l'indispensable effectuation ultérieure de la moitié des intégrations définies auxquelles conduit cette formule, et que M. Picard, dans la séance suivante (*Comptes rendus*, 2 janvier 1894; t. CXVIII, p. 16) a repris, plus simplement, par le procédé d'intégration de Riemann pour l'équation linéaire du second ordre à deux variables indépendantes. Je me propose de montrer ici qu'on peut le traiter, dans le cas beaucoup plus complexe d'un milieu à trois dimensions ou coordonnées x, y, z, par de simples applications de l'intégrale classique, due à Poisson, de l'équation ordinaire du son réduite à la forme

$$\frac{d^2u}{dt^2} = \frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} + \frac{d^2u}{dz^2}, \tag{1}$$

c'est-à-dire de l'intégrale bien connue

$$\left\{ \begin{aligned} u = {} & \frac{1}{4\pi}\frac{d}{dt}\int_\sigma \varphi(x + t\cos\alpha, y + t\cos\beta, z + t\cos\gamma)\frac{d\sigma}{t} \\ & + \frac{1}{4\pi}\int_\sigma \Phi(x + t\cos\alpha, y + t\cos\beta, z + t\cos\gamma)\frac{d\sigma}{t}, \end{aligned} \right. \tag{2}$$

où $\varphi(x, y, z)$, $\Phi(x, y, z)$ désignent les valeurs *initiales* (relatives à $t = 0$) tant de la fonction u que de sa dérivée première en t, et où les intégrations $\int_\sigma$ s'étendent à toute l'aire $\sigma = 4\pi t^2$ d'une sphère, décrite autour de (x, y, z), dont les divers points $(x + t\cos\alpha,\ y + t\cos\beta,\ z + t\cos\gamma)$ sont

les extrémités de rayons égaux t définis en direction par leurs angles α, β, γ, avec les axes ([1]).

» Supposant que l'on ait adopté pour unité de longueur la vitesse même du son, dans le milieu considéré comme parfaitement élastique, et que le mouvement provoque des résistances représentées proportionnellement, dans le second membre de (1), par une expression à coefficients constants linéaire en u et ses dérivées partielles premières, expression qui vient ainsi se joindre à ce second membre, effectuons d'abord le changement ordinaire de fonction $u = ve^{ht+lx+my+nz}$ destiné, par un choix convenable des constantes h, l, m, n, à annuler, dans l'équation transformée en v, les quatre termes affectés des dérivées premières de v; et, après avoir remis finalement u pour v, prenons l'équation à intégrer sous la forme alors obtenue

$$(3) \qquad \frac{d^2 u}{dt^2} = \frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dy^2} + \frac{d^2 u}{dz^2} \pm 4k^2 u,$$

où la constante k est positive, le signe du coefficient $\pm 4k^2$ du dernier terme se trouvant mis en évidence.

» II. La méthode que j'emploierai, et dont l'idée m'a été suggérée, dans le problème des *ondes liquides superficielles d'émersion* à deux coordonnées horizontales x, y, par la nécessité d'y diviser des difficultés d'intégration presque inextricables autrement ([2]), consiste à *introduire une variable indépendante de plus que celles* figurant dans la question, variable destinée à recevoir finalement la valeur zéro, mais dont la présence amène, chez la fonction, un *nouveau mode de variation,* disponible à volonté et que l'on choisira précisément en vue de *tourner* l'obstacle trop difficile à franchir.

» Supposons d'abord que notre milieu ait seulement les deux dimensions y, z, ou que l'équation proposée,

$$(4) \qquad \frac{d^2 u}{dt^2} = \frac{d^2 u}{dy^2} + \frac{d^2 u}{dz^2} \pm 4k^2 u,$$

soit à intégrer dans le plan des yz, où u et sa dérivée en t devront se ré-

---

([1]) On peut voir une démonstration fort simple de la formule capitale (2), par ce que j'ai appelé les *potentiels sphériques,* aux p. 320 à 323 du Volume intitulé *Applications des potentiels à l'équilibre et au mouvement des solides élastiques, etc.,* et dans le tome consacré au *Calcul intégral* de mon *Cours d'Analyse infinitésimale pour la Mécanique et la Physique* (*Compléments,* p. 195* à 198*).

([2]) Même Tome de *Calcul intégral,* p. 506*.

duire initialement à deux fonctions données $f(y, z)$, $F(y, z)$. Rien n'empêchera de construire cette fonction u pour tout l'espace et d'après la formule (2), c'est-à-dire en l'assujettissant à l'équation (1), si l'on peut disposer de sa manière de varier avec x, *arbitraire jusqu'à présent*, de telle sorte qu'elle vérifie à la fois les deux équations (4) et (1), ou qu'elle donne

$$(5) \qquad \frac{d^2 u}{dx^2} = \pm 4k^2 u.$$

Par conséquent, cette équation (5) s'appliquera d'abord pour t infiniment voisin de zéro; c'est-à-dire qu'elle régira, en particulier, les valeurs initiales $\varphi(x, y, z)$ et $\Phi(x, y, z)$. Donc, en représentant par les signes co, si des cosinus et sinus soit hyperboliques, soit circulaires, suivant que le second membre de (5) aura le signe supérieur ou le signe inférieur, nous devrons prendre, vu la forme connue des deux parties tant *paire* qu'*impaire* de l'intégrale de (5),

$$(6) \qquad \begin{cases} \varphi(x, y, z) = f(y, z)\,\mathrm{co}(2kx) + f_1(y, z)\,\mathrm{si}(2kx), \\ \Phi(x, y, z) = F(y, z)\,\mathrm{co}(2kx) + F_1(y, z)\,\mathrm{si}(2kx), \end{cases}$$

où $f(y, z)$, $F(y, z)$, $f_1(y, z)$, $F_1(y, z)$ désignent quatre fonctions arbitraires, dont les deux premières sont les valeurs *données* de φ et Φ sur le plan des yz. D'ailleurs, avec ces expressions (6) de φ et Φ, la valeur (2) de u pourra évidemment, quel que soit t, se différentier en x sous les signes $\int_\sigma$; et, les dérivées secondes des fonctions φ, Φ, par rapport à leur première variable $x + t\cos\alpha$, y reproduisant identiquement, d'après la propriété qui nous a donné (6), ces fonctions mêmes multipliées par la constante $\pm 4k^2$, l'équation (5) se trouvera satisfaite à toute époque, non moins que (1). Il en résultera donc bien la vérification constante de l'équation (4) du problème.

» Comme on n'a besoin des valeurs de u que pour $x = 0$, c'est-à-dire sur le plan des yz, les parties impaires des expressions (6) de φ et de Φ, celles où figurent des sinus, donneront, sous les signes $\int_\sigma$ de (2), des éléments égaux et contraires pour deux éléments $d\sigma$ de sphère symétriques de part et d'autre du plan des yz, ou correspondant aux mêmes valeurs de $\cos\beta$, $\cos\gamma$, mais à des valeurs égales et contraires de $\cos\alpha$ ou, par suite, de la première variable tout entière, qui sera $t\cos\alpha$. Donc ces parties impaires des expressions (6) disparaîtront des résultats; et il ne restera que les

parties paires, qui, elles, fourniront évidemment des éléments égaux de part et d'autre du plan des yz. On pourra ainsi n'étendre les intégrations indiquées dans la formule (2) qu'aux demi-sphères, de rayon t et de centre (o, y, z), situées du côté des x positifs, en ayant soin de doubler les sommes obtenues; et il viendra, pour l'intégrale générale cherchée de (4),

$$(7)\quad \begin{cases} u = \dfrac{1}{2\pi}\dfrac{d}{dt}\displaystyle\int_{\frac{1}{2}\sigma} \text{co}(2kt\cos\alpha) f(y + t\cos\beta, z + t\cos\gamma)\dfrac{d\sigma}{t} \\ \quad + \dfrac{1}{2\pi}\displaystyle\int_{\frac{1}{2}\sigma} \text{co}(2kt\cos\alpha) F(y + t\cos\beta, z + t\cos\gamma)\dfrac{d\sigma}{t}. \end{cases}$$

» III. Supposons qu'une seule coordonnée, z par exemple, figure dans l'équation (4), ou que les fonctions f, F dépendent seulement de leur seconde variable, $z + t\cos\gamma$. Alors si, adoptant pour coordonnées polaires de la sphère σ, à partir du centre (o, y, z), un *azimut* θ, compté de $-\frac{\pi}{2}$ à $\frac{\pi}{2}$ dans le plan des xy, du côté des x positifs, et une *hauteur angulaire* μ variable de $-\frac{\pi}{2}$ à $\frac{\pi}{2}$, l'on pose

$$\cos\alpha = \cos\theta\cos\mu, \quad \cos\gamma = \sin\mu, \quad d\sigma = t^2\cos\mu\, d\mu\, d\theta,$$

l'une quelconque des deux intégrales définies qui figurent dans (7) aura la forme

$$(8)\quad \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} f(z + t\sin\mu)\, t\cos\mu\, d\mu \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \text{co}\,(2\sqrt{\zeta}\cos\theta)\, d\theta, \quad \text{où} \quad \zeta = k^2t^2\cos^2\mu.$$

» Or, l'on reconnaît ici, dans l'intégrale définie relative à θ, une fonction de Fourier ou de Bessel, dont nous appellerons, pour abréger, $U(\zeta)$ le quotient par π, que définira son développement en série, bien connu,

$$(9)\quad U(\zeta) = 1 \pm \frac{\zeta}{1^2} + \frac{\zeta^2}{1^2.2^2} \pm \frac{\zeta^3}{1^2.2^2.3^2} + \ldots,$$

où les signes, soit supérieurs, soit inférieurs, correspondent à ceux du dernier terme de (4). Par suite, en posant $t\sin\mu = \tau$ (d'où $t\cos\mu\, d\mu = d\tau$), l'intégrale (8) se réduit à

$$(8\ bis)\quad \pi\int_{-t} f(z + \tau)\, U(k^2t^2 - k^2\tau^2)\, d\tau;$$

et l'on en déduit aisément ce que devient l'expression (7) de u.

» Si, en vue de ce qui suit, l'on convient d'appeler r la coordonnée unique z figurant actuellement, on aura donc, pour l'intégrale générale de l'équation

$$(10) \qquad \frac{d^2 u}{dt^2} = \frac{d^2 u}{dr^2} \pm 4k^2 u,$$

sous les conditions que les valeurs initiales de la fonction u et de sa dérivée en t soient respectivement $f(r)$ et $\mathrm{F}(r)$,

$$(11) \qquad \left\{ \begin{aligned} u = {} & \frac{1}{2}\frac{d}{dt}\int_{-t}^{t} f(r+\tau)\,\mathrm{U}(k^2t^2 - k^2\tau^2)\,d\tau \\ & + \frac{1}{2}\int_{-t}^{t} \mathrm{F}(r+\tau)\,\mathrm{U}(k^2t^2 - k^2\tau^2)\,d\tau. \end{aligned} \right.$$

» Cette formule revient parfaitement, sauf des différences de notation, aux résultats obtenus par M. Poincaré, quand on les dégage de certaines hypothèses qu'il avait faites touchant les fonctions f, F représentatives de l'état initial.

» Il est clair que les intégrations n'aboutiraient plus, par rapport à l'azimut θ, si celui-ci paraissait dans f, F, comme il arrive lorsque ces fonctions dépendent de leur première variable $y + t\cos\beta$, c'est-à-dire de $y + t\cos\mu\sin\theta$, et non plus seulement de leur seconde variable $z + t\cos\gamma$ ou $z + t\sin\mu$. Donc les intégrales définies que contient la solution, et qui deviennent *simples* dans le cas de propagation suivant un seul sens, restent bien essentiellement *doubles* dans le cas de propagation suivant deux sens, ou d'un milieu à deux coordonnées, du moins tant qu'on laisse *arbitraire* l'état initial, exprimé par les fonctions f, F. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le calcul des coefficients de self-induction, dans un cas particulier;* par M. A. **Potier.**

« Si une ligne droite verticale, indéfinie, est chargée uniformément d'électricité, si ε est la charge par unité de longueur, la force *électrique*, en un point situé à la distance a de la droite, est horizontale, rencontre la droite électrisée, et sa grandeur est $\frac{2\varepsilon}{a}$, si l'on a adopté le système électrostatique de mesures. Si la même ligne est parcourue par un courant d'intensité ε (mesure électromagnétique), la force *magnétique*, au même point

sera horizontale, perpendiculaire à la force électrique déterminée ci-dessus, et aura la même valeur numérique.

» Il en sera encore de même si l'on considère un nombre quelconque de droites semblables, en ayant soin de modifier à la fois le sens du courant et le signe des charges.

» Considérons maintenant un condensateur formé : 1° d'un conducteur indéfini, de section quelconque, mais cylindrique; 2° d'un second conducteur cylindrique indéfini entourant le précédent. En représentant par e la densité électrique, la charge d'une partie du conducteur ayant l'unité de longueur, et pour base un élément ds de la section, sera $e\,ds$. Ces charges se distribuent de telle sorte que la force électrique est nulle à l'intérieur du contour S_1 du conducteur intérieur, et en dehors du contour S_2 du conducteur extérieur qui lui fait face. Si Δ est la différence des potentiels, E la charge totale par unité de longueur, la capacité γ par unité de longueur est donnée par $E = \Delta\gamma$.

» Supposons que, au lieu d'être chargée d'électricité, la surface cylindrique, dont ds est la base, soit parcourue par un courant vertical dont l'intensité ait pour valeur $e\,ds$. Le courant total aura la même valeur pour les conducteurs extérieur et intérieur, l'un est le retour de l'autre. La force magnétique sera nulle partout, sauf dans l'espace compris entre les deux conducteurs. Le flux magnétique, à travers une surface cylindrique de hauteur égale à l'unité et ayant pour base un élément dl, est, par définition, le produit de dl par la composante de la force magnétique, suivant la normale à dl, ou, à cause de la perpendicularité des forces magnétique et électrique dans les deux questions, le produit de dl par la composante de la force électrique *suivant* dl; c'est-à-dire la différence dV des valeurs du potentiel aux deux extrémités de dl, et ceci sera vrai aussi bien pour une courbe finie que pour un élément. Si donc on veut obtenir le flux total, il suffira d'appliquer cette proposition à une courbe joignant un point de S_1 à un point de S_2, et la valeur de ce flux sera Δ.

» D'autre part, le courant total est E : si donc on définit le coefficient λ de self-induction par unité de longueur comme le quotient du flux par l'intensité, on aura $E\lambda = \Delta$, d'où la relation $\lambda\gamma = 1$ entre la capacité (électrostatique) et la self-induction (électromagnétique) par unité de longueur. La distribution que nous avons admise pour les courants n'est pas arbitraire : c'est celle dont se rapproche asymptotiquement la distribution réelle, à mesure que les variations du courant total deviennent plus brusques.

» Il est clair que le contour S_1 pourrait être formé de plusieurs contours, ou le conducteur intérieur unique remplacé par un faisceau de conducteurs reliés entre eux, sans que la relation $\lambda\gamma = 1$ cessât d'être vérifiée; on pourrait aussi introduire d'autres conducteurs, dans l'espace annulaire, en les reliant aussi par leurs extrémités au conducteur extérieur, dont le contour S_2 peut être rejeté aussi loin qu'on veut. La capacité est alors définie, aussi bien que dans le cas simple traité, tout un groupe de conducteurs se trouvant au potentiel V_1 et l'autre au potentiel V_2. La présence de conducteurs isolés laisserait encore subsister le théorème (la surface de chacun d'eux étant le siège de courants dont la somme algébrique est nulle), tout en changeant les valeurs individuelles de λ et de γ.

» Il est à peine besoin de rappeler que, si l'on mesure γ dans le système dit *électromagnétique*, cette relation devient $v^2\lambda\gamma = 1$, v étant le rapport des unités; que, si l'isolant était un diélectrique de constante K, la capacité deviendrait $\lambda_1 = K\gamma$ et, par suite, on aurait $v^2\lambda\gamma_1 = K$, et qu'enfin c'est le coefficient $\lambda\gamma_1$ qui doit, si l'on accepte l'équation classique

$$\lambda\gamma_1 \frac{\partial^2 V}{dt^2} + \rho\gamma_1 \frac{\partial V}{dt} = \frac{d^2 V}{dx^2},$$

être l'inverse du carré de la vitesse de propagation de l'électricité. Il paraît curieux de constater que cette équation conduit à des résultats indépendants de l'existence de conducteurs isolés ou reliés à la terre dans le voisinage de ceux dans lesquels on étudie la propagation, conformément à la théorie qui place dans le diélectrique l'agent de cette propagation. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Expériences sur le mécanisme histologique de la sécrétion des glandes granuleuses;* par M. L. RANVIER.

« On a considéré longtemps les glandes comme de simples filtres, retirant du sang des substances qui y étaient contenues. L'évolution des cellules des glandes sébacées et de la mamelle conduisit bientôt les histologistes à reconnaître que ces cellules élaborent elles-mêmes les produits qui forment le matériel de la sécrétion. Cela est bien facile à démontrer, pour les glandes sébacées surtout, puisque, dans chacune de ces glandes, on peut observer la formation intracellulaire de la graisse et sa mise en liberté par la destruction des cellules qui la contenaient.

» On fut même porté à généraliser et l'on crut avoir observé un mécanisme analogue dans les glandes muqueuses (Heidenhain). Ce n'est cependant pas ainsi que les choses s'y passent. Les cellules qui font du mucigène ne se détruisent pas pour le mettre en liberté. Celui-ci s'en dégage, tandis que les parties importantes de l'élément cellulaire, c'est-à-dire le noyau et le protoplasma, persistent dans la glande pour y travailler à la formation de nouvelles masses de mucigène (voyez mon *Traité technique d'Histologie*).

» C'est pour cela que j'ai désigné les glandes où la sécrétion se fait par ce dernier mécanisme sous le nom de *glandes mérocrines*, réservant le nom de *glandes holocrines* à celles dont le produit est constitué par les cellules tout entières, qui se détachent au terme de leur évolution.

» En poursuivant l'étude du mécanisme de la sécrétion dans les glandes muqueuses, j'ai pu reconnaître que leurs cellules spéciales, cellules muqueuses ou caliciformes, contiennent, en outre de leur mucigène et de leurs travées protoplasmiques, des vacuoles qui sont soumises à un mouvement physiologique continu et dont l'activité peut être beaucoup augmentée par l'excitation électrique.

» Il fallait, dès lors, rechercher si ce mouvement vacuolaire existait dans les glandes granuleuses comme dans les glandes muqueuses. Je me suis adressé pour cela à la glande sous-maxillaire du rat. Cette glande, bien qu'on ne puisse pas l'observer au microscope à l'état vivant, m'a paru préférable aux glandes séreuses ou granuleuses du tégument externe de la grenouille, de la membrane nictitante notamment, qui ont été l'objet des recherches intéressantes d'Ascherson, de Stricker et d'Engelmann, parce que l'observation des mouvements cellulaires propres de ces dernières glandes, au moment où on les excite, est rendue très difficile, pour ne pas dire impossible, par suite de la contraction des fibres musculaires qui les entourent.

» Chez le rat (*Mus decumanus*), à la glande sous-maxillaire, qui est une glande granuleuse, est associée une glande muqueuse, plus petite, à laquelle j'ai donné le nom de *glande rétrolinguale*. La sous-maxillaire et la rétrolinguale sont contenues dans une même capsule et semblent ne faire qu'une seule glande. Elles possèdent cependant chacune un canal excréteur distinct. Les deux canaux sont accolés et cheminent ensemble dans tout leur trajet. Ils sont si minces que pour les séparer il faut avoir recours à une dissection fine, faite en baquet, dans l'alcool dilué et en s'aidant de la loupe. Le nerf destiné aux glandes se dégage du lingual au

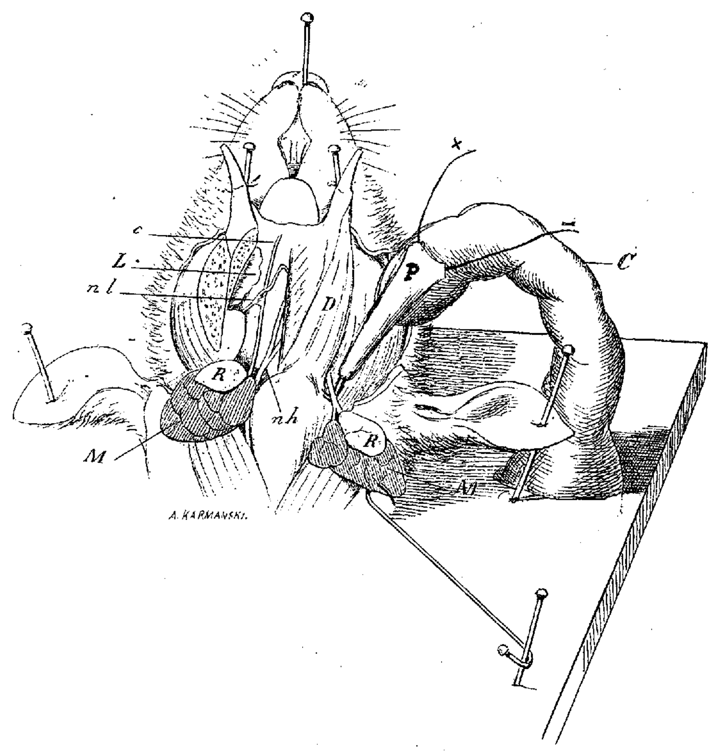
point où il est croisé par les canaux excréteurs ; il accompagne ceux-ci pour pénétrer dans les deux glandes au niveau de leur hile. Ce nerf, pas plus que les canaux glandulaires, ne peut être disséqué et isolé à l'œil nu. Il ne faut donc pas songer à l'exciter isolément, comme on le fait pour la corde du tympan du chien, lorsqu'à l'exemple de Ludwig et de Cl. Bernard on soumet ce nerf à l'excitation électrique dans le but de déterminer la sécrétion de la sous-maxillaire et de la rétrolinguale.

» On ne peut, à plus forte raison, introduire des canules salivaires dans les canaux excréteurs des glandes similaires du rat; mais on peut tourner la difficulté au moyen d'un dispositif très simple que je vais faire connaître ici.

» On construit d'abord une pince électrique avec deux fils de platine et de la cire à cacheter. Cette pince doit être aussi petite que possible, microscopique pour ainsi dire. Les fils de platine qui la terminent doivent être introduits au-dessous des canaux des deux glandes et du nerf qui les accompagne, et il faut les maintenir en place sans qu'il se produise sur les canaux glandulaires une compression capable d'entraver le cours du liquide sécrété. Pour y arriver on fait avec de la cire à modeler un support auquel on donne facilement la base, la longueur, la forme et la souplesse nécessaires (voir la figure).

» Je reviendrai sur les détails de l'expérience. Il me faut, au préalable, indiquer les notions anatomiques indispensables que l'on doit avoir avant de la commencer. Les deux glandes réunies se trouvent à l'angle de la mâchoire en arrière de l'insertion postérieure du muscle digastrique. Leurs canaux excréteurs s'engagent au-dessus de ce muscle. Il faut les chercher sur son bord externe. Pour cela, après avoir fixé l'animal sur une planchette et l'avoir mis dans l'impossibilité de se débattre, en immobilisant sa tête au moyen du petit mors qui est décrit dans mon *Traité technique d'Histologie*, on pratique dans la région sus-indiquée une incision longitudinale d'un centimètre et demi. Puis l'on écarte le muscle digastrique pour dégager les conduits des deux glandes et l'on passe au-dessous le crochet de la pince électrique. On y envoie alors un courant d'induction interrompu, d'abord très faible et dont on augmente progressivement l'intensité jusqu'à ce que l'on voit le rat faire de nombreux mouvements de déglutition, ce qui montre qu'il arrive dans la bouche beaucoup de salive. Dans diverses expériences, j'ai fait varier la durée de l'excitation de quelques minutes à plusieurs heures. Dans ce dernier cas, j'ai eu soin d'interrompre l'excitation de temps en temps pour laisser reposer la glande et le nerf.

» L'animal est ensuite sacrifié par la décapitation et les glandes sont rapidement enlevées pour être soumises à l'action de réactifs fixateurs. Parmi ces réactifs, il faut donner la préférence à l'acide osmique à 1 pour 100, et y placer des fragments de 2^{mm} ou 3^{mm} de diamètre seulement. Vingt-quatre heures après, on y fait des coupes qui doivent être très minces et que l'on examine dans l'eau. On peut aussi les placer dans la glycérine; mais elles sont alors moins démonstratives.



C, Support en cire à modeler;
P, pince électrique;
D, muscle digastrique;
R, glande rétrolinguale;
M, glande sous-maxillaire;
c, canaux excréteurs réunis de la sous-maxillaire et de la rétrolinguale;
L, glande sublinguale;
nh, nerf grand hypoglosse;
nl, nerf lingual.

» Si l'on examine d'abord des préparations de la glande sous-maxillaire qui n'a pas été excitée, on y voit les culs-de-sac glandulaires, coupés dans diverses directions, remplis de cellules granuleuses munies chacune d'un

noyau central. Dans un petit nombre de ces cellules, il y a des vacuoles, mais elles sont peu nombreuses et petites. Les coupes de la glande excitée montrent, au contraire, dans presque toutes les cellules des culs-de-sac des vacuoles grandes, nombreuses, confluentes souvent. Sous l'influence de l'excitation sécrétoire, il s'est donc produit une vacuolisation très considérable, comparable à celle des cellules caliciformes de la membrane rétrolinguale de la grenouille soumises à une excitation analogue; vacuolisation que j'ai décrite et figurée dans des Notes antérieures.

» Les glandes salivaires granuleuses, au lieu de sécréter de l'eau et du mucus, comme les glandes muqueuses, sécrètent de l'eau et de la diastase. Les vacuoles contiennent de l'eau. Dans les cellules muqueuses, cette eau, en s'échappant de la cellule, entraîne du mucigène et forme du mucus. Il est probable que l'eau des vacuoles des cellules granuleuses sort aussi de la cellule en entraînant de la diastase élaborée par le protoplasma cellulaire.

» Dans cette Note, j'ai laissé de côté, avec intention, nombre de faits intéressants et même nouveaux que l'on peut observer dans les glandes sous-maxillaire et rétrolinguale du rat, à l'état de repos et d'activité, afin de ne pas encombrer de détails la description du fait que je désirais mettre en relief. »

ZOOLOGIE. — *Étude de la Faune du golfe du Lion;* par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« En plus d'une occasion, j'ai eu l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur la faune de la mer de Banyuls, de cette partie du golfe de Lion qui du cap Creus au cap Béar baigne la fin de la chaîne des Albères terminant les Pyrénées Orientales à l'est et séparant la grande plaine du Roussillon en France de celle de Lampourdan en Espagne.

» Pour apprendre à connaître cette partie inexplorée de nos mers, en s'éloignant des côtes et comme il convient, il était indispensable d'avoir à sa disposition des moyens autres que ceux dont je disposais au laboratoire Arago, n'ayant eu jusqu'à l'année dernière qu'un bateau à voile du tonnage habituel des bateaux de pêche du pays.

» Depuis le mois de mars dernier, les conditions sont changées et le vapeur mis à ma disposition m'a permis de mettre à exécution un projet que je caressais depuis fort longtemps.

» Pour établir une bonne carte, sur laquelle seraient indiquées les stations des animaux divers, il fallait tout d'abord, c'était de la plus grande importance, commencer par avoir le plan cadastral, si l'on peut ainsi parler, du fond de la mer. Il était indispensable de faire une étude préliminaire des fonds, telle que, sachant à quelle profondeur on lançait la drague ou le filet, et connaissant la nature du fond, on pût chercher les relations existant entre les différents facteurs propres à faire juger des conditions biologiques dans lesquelles se développaient les animaux.

» Ce travail avec un petit bateau à voile était, sinon impossible, du moins d'une difficulté telle que j'ai jusqu'ici reculé devant l'exécution de mon projet.

» Le golfe du Lion est le golfe des contrastes, comme toute la région pyrénéenne qui l'avoisine et lui forme rivage.

» En été, le plus souvent les calmes y sont absolus et persistants. Mais pour peu que les vents changent et fraîchissent, c'est la tempête déchaînée. La mauvaise réputation du golfe parmi les marins est justifiée. En moins d'une demi-heure et sous un ciel d'une splendide pureté, la mer se forme et on la voit, démontée, arriver bientôt du large. Les moindres imprudences dues à l'incurie ou aux bravades des marins catalans sur des bateaux d'un faible tonnage peuvent déterminer des malheurs. Il s'en produit tous les ans.

» Dans ces conditions, comment profiter de ces calmes indispensables à l'exécution de bons sondages et de dragages fructueux; que de peines et de dangers, que de temps perdu si l'on bravait le golfe avec les moyens ordinaires! Que de fois, pour fuir devant les bourrasques, mon bateau n'a-t-il pas été obligé d'aller prendre son mouillage en relâchant à Rosas sur les côtes d'Espagne.

» Dès que j'ai eu sous la main les moyens précis et rapides que la vapeur donne, j'ai pris toutes les mesures nécessaires pour commencer ces recherches.

» Depuis longtemps j'avais pu m'assurer, par de nombreux voyages sur les côtes du Roussillon, que la richesse de la mer y était grande. Dès que j'ai eu un personnel faisant des recherches sous mes ordres, après la création du laboratoire, mes prévisions ont été dépassées, les moissons ont été des plus belles. Les savants étrangers venus au laboratoire et connaissant la plupart des stations maritimes ont été unanimes à reconnaître cette grande richesse.

» Aussi depuis l'origine de la station en 1881 des travaux nombreux et

fort importants pour la Zoologie française y ont été accomplis et les jeunes savants qui s'y sont formés et qui, restés fidèles au laboratoire, sont par cela même familiarisés avec le genre de recherches dont je vais avoir l'honneur d'entretenir l'Académie, seront-ils les collaborateurs dont je resterai entouré.

» Est-il besoin d'ajouter que si chacun a sa part dans le travail et la peine, il aura tous ses droits réservés dans les publications qui feront suite à ses recherches?

» Dès mes premières relations avec les pêcheurs du pays, j'appris qu'à quelques milles au large et dans l'est de Banyuls existait une fosse profonde, qu'ils nommaient l'*Abîme*, au fond de laquelle, avec la longueur habituelle de leur filin, les engins de pêche n'arrivaient pas, et où les animaux, quand ils en prenaient, étaient, disaient-ils, marqués d'un tel caractère qu'ils ne pouvaient les méconnaître et les confondre avec ceux vivant dans le voisinage des côtes.

» Cette seule indication ne devait-elle pas éveiller une curiosité bien légitime? Qu'était cet abîme; quelles étaient ses limites, sa position précise; était-ce une faille entre les crêtes des Albères prolongées sous la mer; quelle était la nature du fond si on pouvait l'atteindre; quels animaux l'habitaient? On le voit, les questions se posaient en foule.

» Il y avait surtout à reconnaître, en dehors de cette partie, dite si profonde, quelle était la configuration et la nature des fonds en face des deux grandes plaines du Roussillon et du Lampourdan.

» Ce travail a été entrepris par l'un de nous, par M. G. Pruvot, professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble, qui, attaché depuis plus de dix années au laboratoire, y a fait de nombreuses recherches et qui, au tempérament d'un vrai marin, joint un amour de la Science, une ardeur et un zèle au-dessus de tout éloge. Il est venu, en 1893, de Grenoble à Banyuls à toutes les vacances et a exécuté près de 200 sondages, tous parfaitement relevés au sextant et au compas de relèvement, en prenant des points de repère sur les montagnes et les vieux monuments de la côte.

» Les instruments, convenablement choisis et bien installés à bord, étaient maniés par M. Pruvot aidé d'un mécanicien de la flotte aussi intelligentque dévoué, délégué auprès de mon laboratoire par le département de la Marine.

» Les résultats déjà obtenus sont précieux.

» Nous connaissons maintenant les fonds sur une surface d'environ 1700 kilomètres carrés jusqu'à 40 kilomètres au large dans l'est, et l'on

trouvera dans la Note de M. Pruvot les détails les plus importants sur les inégalités du fond du golfe et sur leur nature ([1]).

» Le vapeur qui a servi à ce travail a été construit d'après les indications que j'ai données et spécialement aménagé pour nos études. A l'avant est un treuil à vapeur qui remonte nos dragues et nos engins avec une facilité extrême en pelotonnant un câble formé de fils d'acier de 800^m de longueur; à l'arrière est fixée une machine à sonder de Belloc, avec laquelle on estime très facilement et très vite la profondeur, une aiguille marquant sur un cadran le nombre des mètres parcourus par le plomb de sonde. C'est avec une corde de piano, ou fil d'acier, que le sondage est fait; quand on a stoppé par un temps calme, à l'aide d'une poulie de renvoi placée à bâbord d'une façon très utile par mon habile mécanicien David, le fil n'offrant pour ainsi dire pas de résistance et de prise aux agitations de la mer, la sonde descend à peu près à pic. Nous n'avons pas manqué de contrôler d'ailleurs les résultats fournis par cet appareil dans des points de la côte où le calme et la profondeur permettaient la vérification la plus exacte.

» D'abord, nous n'avons cherché qu'à prendre quelques indications générales sur les stations des animaux; maintenant que nous connaissons et la nature et la configuration du fond, dans les campagnes prochaines les drague, chalut et engins des corailleurs seront traînés méthodiquement dans toutes les directions et autant de fois qu'il sera nécessaire pour faire une étude complète de la faune et inscrire sur la Carte de M. Pruvot les stations les plus ordinaires des animaux.

» Je tenais à faire cette première Communication afin d'établir le plan des recherches qui vont être continuées pendant plusieurs années, et probablement étendues aux côtes d'Espagne restées jusqu'ici inexplorées. Il sera ultérieurement plus facile d'indiquer les relations existant entre les stations des animaux et la nature des fonds, ceux-ci étant connus.

» Permettez-moi, en terminant, de vous dire comment les moyens indispensables pour entreprendre un travail aussi étendu dans des conditions semblables à celles dont je viens d'entretenir l'Académie ont été mis à ma disposition.

» Il y a deux ans, au sortir de l'une de nos séances où j'avais fait connaître des faits curieux constatés à la suite des pêches de Banyuls et où je disais qu'une embarcation à vapeur devenait indispensable pour étendre

([1]) Voir la Note de M. Pruvot, à la Correspondance, p. 203.

le champ de nos études, l'un de nos auditeurs des plus assidus me rejoignit dans le vestibule et s'offrit spontanément à m'aider dans mes travaux qui l'avaient intéressé ; « Je mets 50 000^{fr} à votre disposition pour faire » construire l'embarcation qui vous est nécessaire, me dit-il; aménagez-la » comme il vous conviendra ». Le yacht fut commandé et construit sans bruit. J'allai à Toulon pour son aménagement définitif, je l'armai et le conduisis au laboratoire Arago, le 22 mars 1893. Là il servit aux nombreuses excursions et pêches que firent les élèves de l'école des Hautes-Études, venus de Paris à Banyuls pendant les vacances de Pâques.

» Celui qui m'offrit ainsi généreusement et spontanément un don aussi magnifique est bien connu de l'Académie. Au nom de la Science à laquelle ma vie est consacrée, au nom de mes collaborateurs et au mien, j'adresse les plus vifs, les plus chaleureux remercîments au prince Roland Bonaparte qui, par sa générosité, a concouru à la réussite de grandes entreprises scientifiques faisant honneur à la France.

» Que notre nouveau confrère, M. le commandant Guyou, reçoive aussi l'expression de ma gratitude pour les soins qu'il a pris dans le choix de mes instruments. Il a poussé la complaisance jusqu'à me prêter, à Banyuls, l'aide de sa science en vérifiant mes compas et me donnant des conseils les plus utiles pour l'installation des appareils destinés aux sondages. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Scacchi*, Correspondant pour la Section de Minéralogie.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de feu M. *Paul de Gasparin*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Pagnoul obtient	36 suffrages
M. Marchand »	8 »
M. Foix »	1 »

M. **Pagnoul**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

RAPPORTS.

Rapport sur l'Observatoire météorologique établi par M. Vallot près du sommet du mont Blanc et sur le premier volume des « Annales des travaux de cet Observatoire ».

(Commissaires : MM. Mascart, Bouquet de la Grye; Daubrée, rapporteur.)

« Le succès que vient d'obtenir notre éminent confrère M. Janssen dans la construction d'un observatoire au sommet du mont Blanc ne doit pas faire oublier un travail de même genre, antérieurement exécuté aussi sur le mont Blanc par M. J. Vallot, à 4365^m d'altitude, c'est-à-dire à 400^m au-dessous de la cime.

» Dès 1886, à la suite de deux ascensions faites au sommet de la montagne pour y exécuter des recherches physiologiques, M. Vallot avait reconnu la nécessité d'un séjour prolongé pour procéder à une étude convenable de certains phénomènes.

» L'année suivante, c'est-à-dire en 1887, il montra dans un Mémoire combien il y aurait d'intérêt à entreprendre des observations scientifiques de longue durée et à fonder des stations météorologiques sur les pics les plus élevés des Alpes.

» Il passa trois jours au sommet du mont Blanc, accompagné de deux guides intrépides et de M. F.-M. Richard, l'habile constructeur d'instruments enregistreurs. Il prouva ainsi la possibilité d'y vivre quelque temps et d'y travailler. C'est ce qui antérieurement n'avait pas été fait : Tyndall ayant été obligé de descendre après une nuit passée au sommet, en 1859.

» Pendant cette dure station, M. Vallot avait constaté par lui-même l'intensité souvent terrible du vent, de l'électricité et d'autres phénomènes météorologiques qu'il faut y subir. Les troubles qui s'y produisent ne se transmettent aux couches inférieures qu'après avoir été amortis par le matelas d'air sous-jacent. Les phénomènes météorologiques des grandes altitudes ont ainsi, avec ceux des plaines, des rapports de cause à effet. Les premiers, beaucoup plus intenses, semblent être en même temps plus simples. Il importe donc, a pensé M. Vallot, d'en suivre les manifestations à diverses stations situées sur une même verticale. Dès cette même année il établit trois stations enregistrantes, l'une au sommet du mont Blanc,

l'autre aux Grands-Mulets, à 3000^{m} d'altitude, la troisième à Chamonix, et l'on recueillit pendant deux mois les données qui sont publiées dans le premier Volume.

» Saussure reconnaissait déjà l'utilité scientifique des stations élevées lorsqu'il séjournait dix-sept jours au col du Géant. Mais il fallut longtemps avant que l'on songeât à établir une demeure fixe à de si grandes hauteurs. L'initiative hardie prise sur le Pic du Midi de Bigorre donna un exemple qui fut suivi sur d'autres points culminants en France, en Suisse, en Autriche et en Amérique. C'est aux États-Unis que se trouvait jusque dans ces derniers temps la station météorologique la plus élevée, celle du Pike's Peake, dont l'altitude dépasse 4200^{m}, et où les observations remontent à 1874 (1). Mais les montagnes choisies pour ces divers observatoires étaient dépouillées de neige pendant l'été; on avait pu y créer des routes et y amener des bêtes de somme; le glacier paraissait opposer une limite infranchissable (2).

» Craignant d'établir une construction définitive au sommet, qui est constitué par le glacier même, M. Vallot choisit parmi les rochers situés plus bas et surgissent de la vaste nappe de glace et de neige celui des Bosses du Dromadaire, à 4565^{m} d'altitude. La position était d'ailleurs assez isolée pour convenir à des études météorologiques.

» Pour donner suite à sa résolution de s'y établir, l'intrépide alpiniste s'adressa sans tarder à son parent M. Henry Vallot, afin d'obtenir un plan très étudié répondant aux conditions de solidité et de légèreté imposées par l'emplacement et les difficultés de transport. En 1890, la construction en bois fut faite à Chamonix, puis démontée et transportée à dos d'hommes jusqu'aux Bosses; là il fallut encore, avant de pouvoir se servir de cet asile, passer plusieurs nuits sous la tente. Mais M. Vallot était au milieu des ouvriers pour leur donner du courage et la petite construction fut édifiée en quelques jours.

---

(1) Tout récemment, en même temps qu'un observatoire astronomique était fondé dans les Andes, non loin d'Arèquipa, à l'altitude de 2453^{m}, grâce à la libéralité d'un Américain, une station météorologique a été établie à l'altitude de 5075^{m}, exactement au-dessous de la limite des neiges perpétuelles.

(2) Il convient cependant de mentionner ici la station du col de Saint-Théodule au mont Rose, à l'altitude de 3333^{m} où Dollfus Ausset a fait faire par deux montagnards des observations météorologiques pendant un an, du 1er août 1865 au 28 août 1866. C'est l'une des généreuses contributions que cet éminent industriel a payées à l'étude des glaciers.

» L'abri était solide mais petit; il se composait de deux chambres seulement, l'une pour l'observatoire, l'autre pour loger les touristes. Depuis lors, en 1891 et 1892, l'observatoire a été agrandi, et il est aujourd'hui terminé. Il est en bois à double cloison, entouré d'un épais mur de pierres. Il comprend huit pièces avec tout le mobilier nécessaire et un grand nombre d'instruments. En outre, pour éviter l'encombrement, M. Vallot a fait construire un nouveau refuge dans lequel les touristes trouveront sur un rocher voisin un asile sans gêner les observateurs. M. Vallot a été assez heureux pour offrir l'abri de cet établissement à M. Janssen en 1890 pour ses observations sur le Soleil.

» A partir de 1887, M. Vallot a donné une série de Mémoires et de Notes dans l'*Annuaire du Club alpin*, dans la *Revue scientifique* et dans le *Bulletin de la Société botanique*.

» Aujourd'hui, il publie un beau volume in-4°, le premier des *Annales de l'observatoire météorologique du mont Blanc*. Il n'a pu le faire plus tôt à cause de l'occupation que lui donnaient l'agrandissement et l'aménagement de l'observatoire, et aussi par suite d'affections rhumatismales contractées pendant les séjours sous la tente au milieu des nuages, et qui l'ont parfois mis de longs mois dans l'impossibilité de se livrer au travail.

» Les travaux dont il s'agit concernent la Météorologie, la Physique terrestre, la Géologie, la Physiologie aux hautes altitudes, en un mot, tout ce qui touche à l'histoire du mont Blanc. M. Vallot est l'auteur du plus grand nombre de ces publications, parmi lesquelles je citerai : *Première série d'observations météorologiques faites au sommet du mont Blanc, aux Grands-Mulets, à Chamonix; Étude sur la correction de température du baromètre Fortin et des baromètres métalliques; Variation de la température, de la pression et de la vapeur d'eau, au sommet du mont Blanc et aux stations inférieures; Matériaux pour l'étude de l'écoulement des glaciers du mont Blanc; Sur les mouvements des neiges au sommet du mont Blanc; Études sur les tempêtes au sommet du Mont Blanc*. En collaboration avec M. Henry Vallot : *Premières études pour la carte du mont Blanc;* traduction française du Dr Egli-Saint-Clair, *Sur le mal de montagne*.

» Ce court aperçu suffit pour montrer que, pour arriver à son but, M. Vallot a dû affronter bien des difficultés, des souffrances et des dangers. Il a tout entrepris sans aucune subvention et avec sa fortune personnelle. Ce savant mérite d'être signalé pour son énergie, sa persévérance et son dévouement à la Science. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Jules Forest** adresse, par l'entremise de M. A.-Milne Edwards, un Mémoire portant pour titre : « L'Autruche en Afrique ».

(Commissaires : MM. Blanchard, Edwards, Grandidier.)

M. **René Bossière** appelle l'attention de l'Académie sur l'importance d'une exploration scientifique à entreprendre dans les îles Kerguelen.

(Commissaires : MM. Daubrée, Blanchard, Edwards, Grandidier, Bornet.)

M. **V. Ducla** adresse une nouvelle rédaction, rectifiée, de la Note adressée par lui dans la séance précédente.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. **Langley** adresse ses remercîments à l'Académie, pour la distinction accordée à ses travaux.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les phénomènes solaires observés à l'observatoire du Collège romain, pendant les deux premiers trimestres de l'année* 1893. Lettre de M. **P. Tacchini** à M. le Président.

« Rome, 18 janvier 1894.

» J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie les résultats que j'ai obtenus sur la distribution en latitude des phénomènes solaires, déduits des observations faites pendant le premier et le second trimestre 1893, et qui se rapportent à chaque zone de 10°, sur les deux hémisphères du Soleil,

1893. Latitudes.	Protubérances. 1er trimestre.		Facules. 1er trimestre.		Taches. 1er trimestre.		Éruptions.
90° + 80°	0,000						
80 + 70	0,005						
70 + 60	0,017						
60 + 50	0,017						
50 + 40	0,052	0,339	0,013				
40 + 30	0,055		0,048		0,000		
30 + 20	0,085		0,117	0,429	0,076	0,435	
20 + 10	0,068		0,160		0,272		
10 + 0	0,040		0,091		0,087		
0 — 10	0,046		0,147		0,109		
10 — 20	0,084		0,255		0,337	0,565	
20 — 30	0,095		0,143	0,571	0,109		
30 — 40	0,127		0,022		0,011		
40 — 50	0,127	0,661	0,004				
50 — 60	0,111						
60 — 70	0,066						
70 — 80	0,003						
80 — 90	0,002						

Latitudes.	2e trimestre.		2e trimestre.		2e trimestre.		2e trimestre.	
90 + 80	0,000							
80 + 70	0,000							
70 + 60	0,011							
60 + 50	0,011							
50 + 40	0,045	0,345	0,000					
40 + 30	0,092		0,025		0,000			
30 + 20	0,052		0,082	0,385	0,000	0,408		
20 + 10	0,062		0,155		0,229		0,500	
10 + 0	0,022		0,123		0,079		0,250	1,000
0 — 10	0,102		0,129		0,071		0,125	
10 — 20	0,113		0,234		0,314		0,125	
20 — 30	0,094		0,186	0,615	0,200	0,592		
30 — 40	0,102		0,060		0,007			
40 — 50	0,056	0,655	0,006					
50 — 60	0,075							
60 — 70	0,108							
70 — 80	0,005							
80 — 90	0,000							

» Tous les phénomènes ont été plus fréquents dans les zones australes, et cette circonstance se manifeste même dans chaque mois du semestre.

» Les maxima absolus par zone se trouvent aussi toujours dans l'hémisphère austral du Soleil.

» Les maxima des facules et des taches se trouvent dans les mêmes zones ($\pm 10°, \pm 20°$), tandis que, pour les protubérances, ils arrivent à des latitudes plus élevées.

» Dans le premier trimestre nous n'avons pas observé d'éruptions. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations et les fonctions implicites.* Note de M. A. **Pellet**.

« 1. Représentons par $f(x)$ la série $a_0 + a_1 x + \ldots + a_n x^n + \ldots$ et supposons que la fonction, qui offre deux variations de signe,

$$\alpha_0 + \alpha_1 x + \ldots + \alpha_{n-1} x^{n-1} - \alpha_n x^n + \alpha_{n+1} x^{n+1} + \ldots,$$

(α_i module de a_i), soit négative pour les valeurs de x, positives et comprises entre r_1 et r_2, $r_2 > r_1$.

» Le logarithme de la fonction $\frac{f(x)}{a_n x^n}$ est développable suivant les puissances positives et négatives de x, pour les valeurs de x comprises entre les cercles ayant pour centre l'origine et pour rayons r_1 et r_2; soit $g + G(x) + H\left(\frac{1}{x}\right)$ ce développement, où $G(x)$, $H\left(\frac{1}{x}\right)$ sont des séries holomorphes en x et $\frac{1}{x}$, s'annulant, la première avec x, la seconde avec $\frac{1}{x}$. Il vient :

$$x^n e^{H\left(\frac{1}{x}\right)} = \frac{e^{-g} f(x)\, e^{-G(x)}}{a_n} = (x - x_1)(x - x_2)\ldots(x - x_n),$$

$$\frac{a_0 e^{-g}}{a_n} = (-1)^n x_1 x_2 \ldots x_n,$$

$x_1, x_2, \ldots, x_n$ étant les n racines de l'équation $f(x) = 0$, comprises dans le cercle de rayon r_1.

» Ainsi, en particulier, le logarithme népérien du produit des n racines de l'équation $x^n - t\varphi(x) = 0$, qui s'annulent avec t, est égal à

$$l[(-1)^{n+1} t\varphi(0)] + \frac{t}{1.2.3\ldots n}\left(\frac{d^n \varphi}{dx^n}\right)_{x=} + \ldots + \frac{t^i}{i(in)!}\left(\frac{d^{in}\varphi^i}{dx^{in}}\right)_{x=0} + \ldots,$$

pour les valeurs de t de module assez petit.

» 2. Supposons, en outre, que la fonction

$$\alpha_0 + \alpha_1 x + \ldots + \alpha_n x^n + \ldots + \alpha_{n+n_1-1} x^{n+n_1-1} - \alpha_{n+n_1} x^{n+n_1} + \alpha_{n+n_1+1} x^{n+n_1+1} + \ldots$$

soit négative pour les valeurs positives de x comprises entre r'_1 et r'_2, $r'_2 > r'_1 > r_2$. Écrivons ainsi le développement du logarithme de $\frac{f(x)}{a_{n+n_1} x^{n+n_1}}$, $r'_2 > |x| > r'_1$:

$$g + g_1 + G(x) + G_1(x) + H\left(\frac{1}{x}\right) + H_1\left(\frac{1}{x}\right),$$

où, comme précédemment, g_1 est une constante, $G_1(x)$ et $H_1\left(\frac{1}{x}\right)$ des fonctions qui s'annulent l'une avec x, l'autre avec $\frac{1}{x}$. Il vient

$$x^{n_1} e^{H_1\left(\frac{1}{x}\right)} = \frac{a_n e^{-g_1}}{a_{n+n_1}} e^{-G_1(x)} = (x - x_{n+1})(x - x_{n+2})\ldots(x - x_{n+n_1});$$

$$\frac{a_n e^{-g_1}}{a_{n+n_1}} = (-1)^{n_1} x_{n+1} x_{n+2} \ldots x_{n+n_1},$$

$x_{n+1}, x_{n+2}, \ldots, x_{n+n_1}$ étant les n_1 racines de l'équation $f(x) = 0$, comprises dans la couronne qui s'étend entre les cercles de rayon r'_2 et r'_1. L'équation qui admet pour racines ces n_1 quantités peut donc s'obtenir séparément par des calculs algébriques. »

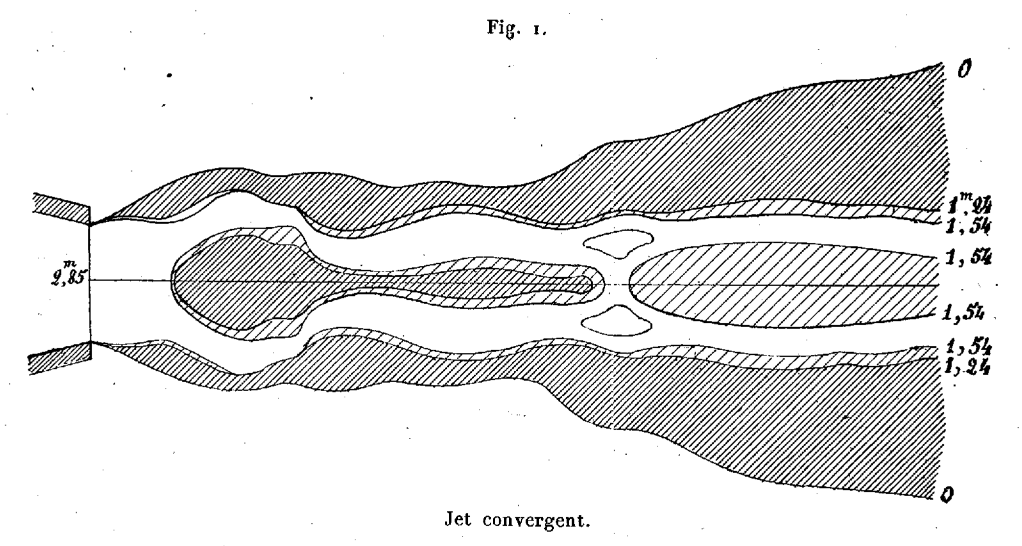
PHYSIQUE. — *Sur de nouvelles études expérimentales concernant la forme, les pressions et les températures d'un jet de vapeur.* Note de M. **H. Parenty**, présentée par M. Cornu.

« J'ai sondé méthodiquement les divers points d'un jet de vapeur, au moyen de pipettes de cristal fort effilées et convenablement recourbées. Ces pipettes sont fixées sur un chariot de tour, qui permet de leur donner avec précision des déplacements très faibles, enfin elles communiquent, par un tube horizontal flexible, avec un manomètre à air libre, gradué du vide absolu à 4 atmosphères. La *pression vive* d'une petite masse gazeuse en mouvement, tangente à la trajectoire de cette masse, est la résultante de six pressions observées : 1° parallèlement à l'axe du jet (pressions de choc et de remous); 2° suivant le rayon de chaque parallèle (pressions centrifuge et centripète); 3° enfin perpendiculairement au plan méridien. Ces dernières s'équilibrant exactement à cause de la symétrie, il m'a suffi d'évaluer les quatre premières, opposées deux à deux.

» J'ai comparé, sous des pressions identiques dans la chaudière, deux

orifices du même diamètre de 3^mm qui m'étaient bien connus (¹) : 1° le cône de 13° (Hirn) (²) ayant pour coefficient elliptique 1,0373, et pour

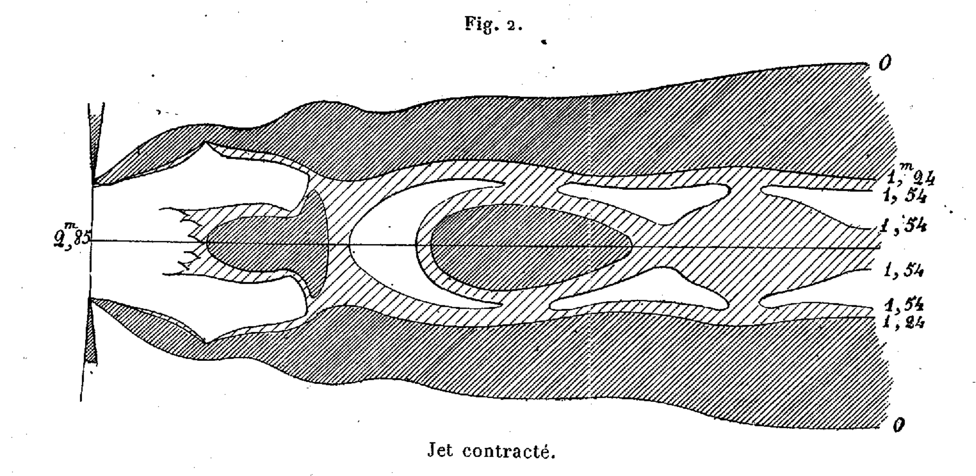
Fig. 1.



Jet convergent.

rapport limite des pressions 0,54 (correspondant à la régularisation du débit); 2° l'orifice à arêtes tranchantes, percé dans une très mince paroi

Fig. 2.



Jet contracté.

(MM. Minary et Resal) (³) ayant pour coefficient 0,84 et pour rapport-

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1120, et t. CXVII, p. 160.

(²) Hirn, *Recherches expérimentales sur la limite de vitesse que prend un gaz*, etc. Gauthier-Villars, 1886.

(³) Minary et Resal, *Ann. des Mines*, 5^e série, t. IX, p. 379.

limite des pressions 0,434. Pour représenter d'une façon symbolique l'état de mouvement des deux jets, j'ai dessiné leurs méridiens à la même échelle. En attribuant à chaque point une ordonnée égale à la pression vive, j'ai tracé, au moyen de constructions graphiques convenables, un relief topographique dont les points d'égales pressions déterminent les courbes de niveau. Les croquis ci-dessus représentent les jets dans l'atmosphère des deux orifices placés sur une même chaudière à $3^{atm},75$.

» 1. *Dans l'axe du jet,* j'ai constaté la présence de trois ventres et de trois nœuds successifs, dont la position et la valeur dépendent : 1° de la pression p_0 de la chaudière, ou, plus généralement, du rapport des pressions des milieux amont et aval; 2° de la forme des orifices. Pour une même pression p_0, le vide, ou plus exactement la stagnation du premier ventre, croît avec m; pour un même orifice, il croît avec la pression p_0, mais, en même temps, les concamérations suivantes s'atténuent, la dépression axiale devient continue, enfin le jet gazeux, privé de ses interférences, tend vers l'apparence grossièrement paraboloïdale de la nappe résultant du choc d'un jet liquide sur un disque plan solide du diamètre de l'orifice.

» 2. *En dehors de l'axe,* le jet de vapeur, convergent et continu pour tous les orifices à de faibles débits, commence à diverger en nappe, et cela sans la moindre apparence de condensation, à partir du moment où le rapport de la pression du milieu d'aval à la pression de la chaudière s'est abaissé suffisamment pour assurer la régularisation du débit. C'est alors une sorte de gourde, dont le fond repose sur la tranche de l'orifice, dont les cols extérieurs précèdent les ventres de l'axe, dont les ovales intérieurs en entourent les ventres. Enfin, il est très important de constater que sa pression vive continue a pour valeur numérique celle de la contrepression limite calculée par la formule elliptique du débit dont elle assure le maximum. Cette contrepression limite $\left(1-\frac{a}{m}\right)p_0$ devient pour la vapeur ($a = 0,4758$), et pour les deux orifices de coefficients $1,0373$ et $0,84$.

$$\left(1-\frac{0,4758}{1,0373}\right)p_0 = 0,54 p_0, \qquad \left(1-\frac{0,4758}{0,84}\right)p_0 = 0,434 p_0.$$

» Or j'ai trouvé expérimentalement pour valeur de la pression vive des deux nappes :

pour $p_0 = 2^m,85$ de mercure. $1^m,54 = 2^m,85 \times 0,54$ et $1^m,24 = 2,85 \times 0,434$
pour $p_0 = 2^m,66$ de mercure. $1^m,44 = 2^m,66 \times 0,54$ et $1^m,16 = 2,66 \times 0,434$

» L'épanouissement et la forme de la nappe, à partir du premier col, ne semblent dépendre que de la valeur numérique de ces pressions limites,

Pressions absolues observées en centimètres de mercure.		Pressions absolues dans la chaudière et pressions de choc à la tranche de l'orifice.	Δ.	1er ventre.		Δ.	1er nœud.	Δ.	2e ventre.		Δ.	2e nœud.		Δ.	3e ventre.		Δ.	3e nœud.		
				Position et pressions vives des nœuds et des ventres sur l'axe, en centimètres de mercure.																
Distances de la tranche de l'orifice en millim.		0.		5mm.	5mm,5.		8mm.		10mm.	12mm.		14mm.	15mm.		17mm.	17mm,5.		20mm.	21mm.	22mm.
Orifice conique convergent à 13° $m = 1,0373$.	Compte de choc...	3,50 at = 266 cm		115 cm	» cm		225 cm		» cm	162 cm		210 cm	» cm		192 cm	» cm		» cm	207 cm	» cm
	» de remous			61	»		59		»	53		57	»		53	»		»	54	»
	Résultante.....			54	»		168		»	109		153	»		139	»			153	»
	Différences.......		−212 cm			+114 cm		−41 cm			+44 cm			+14 cm			+14 cm			
	Compte de choc...	3,75 = 285		»	108		173		163	»		222	»		»	187		»	»	192
	» de remous			»	63		58		60	»		57	»		»	53		»	»	53
	Résultante.....			»	45		115		103	»		165	»		»	134		»	»	138
	Différences.......		−240			+70		−12			+62			−31			+ 4			
Orifice contracté en parois très minces $m = 0,84$.	Compte de choc...	3,75 = 285		»	125		222		»	132		»	184		»	167		190	»	»
	» de remous			»	63		54		»	61		»	53		»	57		55	»	»
	Résultante.....			»	52		168		»	71		»	131		»	110		135	»	»
	Différences.......		−233			+116		−97			+60			−21			+25			

Dans ce Tableau qui met en relief l'importance des variations Δ de la pression vive axiale, il a été inutile de faire intervenir les pressions de la direction du diamètre qui se font équilibre en raison de la symétrie.

et les jets se superposent pour des pressions p_0 de la chaudière inversement proportionnelles à, 0,54 et 0,434.

» Par exemple :

$3^{\text{atm}},75$	(convergent)	et	$4^{\text{atm}},66$	(contracté)
3,50	»	et	4,35	»
3,00	»	et	3,75	»

» D'une façon plus générale, la forme du jet dépend uniquement du rapport de la pression d'aval (qui est ici la pression atmosphérique) à la pression limite de l'orifice, calculée par ma formule elliptique ou mesurée expérimentalement par les procédés que je viens de décrire. Donc, en faisant en sorte que, pour des pressions convenablement choisies et pour un ou plusieurs orifices connus, ce rapport vienne à parcourir toutes les valeurs comprises entre 0 et 1, on pourra dessiner successivement toutes les formes de jets, relatifs à tous les orifices de contraction quelconque.

» Les faits que je viens de résumer brièvement confirment mes précédentes prévisions (¹) sur l'établissement dans le débit *limite* d'un régime uniforme à la vitesse *limite* du son. »

ÉLECTRICITÉ. — *Contribution à l'étude des propriétés de l'arc alternatif.* Note de M. G. CLAUDE, présentée par M. A. Potier.

« Parmi les nombreux phénomènes que détermine l'arc électrique, il en est un que j'ai eu l'occasion d'étudier d'une manière assez complète, et que je crois intéressant de signaler.

» Plaçons en série sur une différence de potentiel alternative de 2400 volts, correspondant à une fréquence d'environ 80 périodes par seconde, un condensateur de $0^{\text{mcf}},1$, une clef de court-circuit et 12 lampes à incandescence de 100 volts, 16 bougies.

» La clef de court-circuit étant fermée, les filaments des lampes rougissent par suite du courant de charge et de décharge du condensateur, soit environ $0^{\text{amp}},1$, comme on peut s'en rendre compte. Ouvrons la clef de court-circuit de manière à déterminer entre les pointes un petit écart. Un arc permanent jaillit entre ces deux pointes, et l'on observe qu'en même temps l'intensité lumineuse des lampes *augmente très considérablement,* et cela d'autant plus que l'arc est plus long : à la limite de longueur de l'arc

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 160.

compatible avec sa stabilité, soit 1^{mm} environ, la différence de potentiel aux bornes de chacune des lampes, mesurée à l'électromètre, passe de 30 volts à 90 volts.

» L'adjonction, en série dans le circuit, de l'arc, c'est-à-dire en somme d'une résistance additionnelle, produit ainsi cet effet, en apparence paradoxal, d'augmenter l'intensité dans la proportion énorme de 1 à 4, en tenant compte de la variation de résistance des lampes.

» L'arc est évidemment la cause de ce phénomène, puisque sa présence est nécessaire. La différence de potentiel à ses bornes, mesurée à l'électromètre, est de 1200 *volts*, quoique cet arc éclate entre des pointes métalliques très rapprochées, et l'intensité est de $0^{amp},4$. Si l'arc fonctionnait comme une résistance ordinaire, la puissance absorbée dans cet arc serait

$$1200 \times 0,4 = 480 \text{ watts.}$$

» Or, manifestement, il n'en est pas ainsi, attendu que la clef de court-circuit s'échauffe peu, après plusieurs minutes de fonctionnement. L'arc semble donc se comporter dans cette circonstance comme une self-induction presque parfaite, d'autant plus que, placé en série avec une capacité, il diminue très considérablement la résistance apparente du circuit.

» En réalité, l'explication est autre; tant que l'écart entre les pointes de la clef est supérieur à la distance explosive correspondant à la force électromotrice, l'arc n'existe pas, de sorte que le circuit est ouvert et que le condensateur ne peut se charger. Dès que la force électromotrice a atteint la valeur nécessaire, l'arc jaillit. La différence de potentiel aux bornes de la clef tombe presque à zéro et le condensateur se charge *brusquement* sous une force électromotrice considérable, au lieu de se charger petit à petit comme il arrive quand le circuit est métalliquement fermé. Le courant de charge est limité à une petite fraction de la période et par conséquent *beaucoup plus intense*. La moyenne des carrés de l'intensité est beaucoup augmentée; il en est donc de même de la puissance absorbée dans les lampes, comme je l'ai constaté directement, d'ailleurs. Il est évident d'autre part que les choses se passent à la décharge d'une façon analogue.

» On conçoit maintenant la raison de la faiblesse de la puissance dépensée dans l'arc : lorsque la différence de potentiel aux bornes de l'arc est grande, l'intensité est nulle, et réciproquement; mais la moyenne des carrés des différences de potentiel, que mesure l'électromètre, n'en est pas moins considérable.

» On conçoit aussi que la longueur de l'étincelle ait une influence con-

sidérable, puisque l'augmentation de cette longueur réduit de plus en plus la fraction de la période pendant laquelle se produit la charge du condensateur. La nature des électrodes influe aussi, en agissant sur la facilité plus ou moins grande avec laquelle l'arc formé se maintient lorsque la différence de potentiel diminue. Ainsi, avec le charbon, il n'est guère possible d'obtenir plus de 500 à 600 volts aux bornes d'un arc qui peut avoir de 3^{mm} à 4^{mm} de longueur. On fait encore varier la période de charge en agissant sur la valeur de la capacité. Les chiffres que j'ai indiqués sont ceux qui correspondent aux conditions les plus favorables avec la différence de potentiel et la fréquence employées.

» L'expérience montre que la présence d'un condensateur dans le circuit est indispensable pour déterminer l'augmentation d'intensité; conformément à la théorie que je viens d'exposer, l'adjonction d'un arc en série avec des lampes seules *diminue* l'intensité lumineuse.

» On ne peut pas vérifier *de visu* le mécanisme du phénomène que je viens de décrire avec une fréquence de 80, mais la vérification devient aisée en employant du courant à trois ou quatre périodes par seconde, fourni, sous une tension de 170 volts environ, par un moteur Gramme muni de deux bagues, servant comme transformateur de courant continu à 240 volts. En opérant avec un condensateur d'un microfarad et une lampe de $0^{amp},3$, on observe, quand l'étincelle se forme, des maxima de lumière assez intenses et bien séparés, tandis que le filament reste obscur quand la clef de court-circuit est fermée. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la force électromotrice minima nécessaire à l'électrolyse des sels alcalins dissous.* Note de M. C. NOURRISSON, présentée par M. Friedel.

« Comme l'a démontré M. Berthelot (*Annales de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XXVII, p. 89), il n'y a pas lieu de séparer dans le travail de l'électrolyse les réactions primaires et celles dites *secondaires*, mais il faut seulement tenir compte de l'état initial et de l'état final de la solution. J'ai cherché, en observant cette règle, à calculer, au moyen des données de la Thermochimie, la force électromotrice minima nécessaire à l'électrolyse des sels alcalins dissous, puis à vérifier expérimentalement le résultat calculé.

» Prenons par exemple le chlorure de sodium; en admettant qu'il y a décomposition totale, puis combinaison totale à partir des éléments,

nous distinguons quatre réactions dont l'ensemble forme l'électrolyse :

1°	NaCl = Na + Cl avec absorption de	$96^{cal},4$
2°	$H^2O = H^2 + O$ »	68,4
		164,8
3°	Na + O + H + Aq = NaOH dissoute avec dégagement de	111,8
4°	Formation de composés oxygénés du Cl »	6
		117,8

» La différence est de 164,8 − 117,8, soit 47^{cal} et il faudrait donc que le courant électrique fournît un travail correspondant à 47^{cal} pour électrolyser 1 équivalent de chlorure de sodium, à condition bien entendu qu'il n'ait à faire aucun autre travail que la seule électrolyse.

» La force électromotrice serait alors de $\frac{47}{23,2} = 2^{volts},02$, tension qu'on sait être suffisante pour électrolyser du chlorure de sodium.

» En calculant de même, on trouverait :

Pour NaBr	$40^{cal},6$ et $1^{volt},75$
Pour NaI	$26^{cal},9$ et $1^{volt},16$

résultats confirmés par l'expérience.

» Examinons aussi un oxysel, le sulfate de sodium par exemple donne :

1°	$SO^4Na^2 = S + O^4 + Na^2$, avec absorption de	329^{cal}
2°	$2H^2O = 2H^2 + O^2$, avec absorption de	136,8
		465,8
3°	$S + O^3 + Aq = SO^4H^2$ étendu, avec dégagement de	142,5
4°	$Na^2 + O^2 + H^2 + Aq = 2NaOH$ dissoute, avec dégagement de	223,6
		366,1
	Différence	$99^{cal},7$

» Remarquons qu'il reste bien, d'après ces équations, H^2 à la cathode et O à l'anode, puisque le résultat est identique si l'on admet que le courant a simplement pour effet de décomposer de l'eau et de séparer le sulfate en base et en acide libres ; on a alors :

Décomposition de H^2O	$68^{cal},4$
Neutralisation de l'acide sulfurique	31,4
A fournir par le courant	99,8

» L'acide sulfurique étant bibasique, il faut diviser ce chiffre 2 pour

avoir celui correspondant à un équivalent, soit $\frac{99,8}{2 \times 23,2} = 2^{\text{volts}},15$ comme plus petite force électromotrice capable de décomposer du sulfate de sodium.

» Le nitrate et le chlorate de sodium donnent l'un et l'autre de cette façon : 48^{cal} et $2^{\text{volts}},07$.

» En examinant les sels d'autres métaux, ceux de potassium par exemple, nous voyons que les résultats sont pareils et cela vient du fait connu que la différence entre les chaleurs de formation du chlorure de potassium et de la potasse est la même qu'entre les chaleurs de formation des composés semblables du sodium; il en est ainsi pour tous les autres sels des métaux alcalins et le travail à fournir est constant pour l'électrolyse de tous les sels d'un même acide.

» Or il faut, d'après la loi de Faraday, une égale quantité d'électricité pour mettre en liberté un équivalent des différents corps simples; il en résulte que si le travail d'électrolyse est constant pour tous les sels alcalins dissous d'un même acide, la force électromotrice le sera aussi puisque ce travail est proportionnel au produit de la quantité par la différence de potentiel.

» Mais, pour les oxysels, le travail consiste toujours à décomposer de l'eau et à mettre en liberté un acide et une base, et comme la chaleur de neutralisation des acides est à peu près invariable, il en résulte que le travail d'électrolyse sera le même pour tous les oxysels et l'on peut donc dire que :

» *La force électromotrice minima nécessaire à l'électrolyse d'un sel alcalin dissous est constante d'une part pour tous les oxysels, d'autre part pour les sels haloïdes dérivant du même acide.*

» Voici le résultat de mes expériences à l'appui de cette opinion :

	Chlorures.	Bromures.	Iodures.	Sulfates.	Nitrates.	Chlorates.
Potassium...........	1,97	1,74	1,15	2,40	2,32	2,45
Sodium..............	2,10	1,71	1,19	2,40	2,36	2,42
Lithium.............	2,01	»	»	2,43	2,45	»
Calcium.............	1,95	1,71	1,16	»	2,28	»
Baryum..............	1,94	1,72	1,17	»	2,37	2,48
Ammonium...........	1,83	1,46	»	2,29	»	»
Valeurs calculées......	2,02	1,75	1,16	2,15	2,07	2,07

» Ces nombres, qui représentent des volts, ne sont pas absolus, la gradua-

tion de l'instrument n'étant pas parfaite, mais ils sont comparables entre eux, et voici comment ils ont été obtenus.

» Soit D la différence de potentiel entre les deux bornes d'un accumulateur à grand débit et à faible tension (5 à 6 volts et 50 ampères par exemple); je mesure directement cette valeur au moyen d'un voltmètre gradué en cinquantièmes de volts, puis j'intercale dans le circuit le bain d'électrolyse contenant la solution en expérience et fais une seconde lecture; soit d le chiffre relevé et E la force électromotrice, on a

$$D - d = E.$$

» Il est facile, au moyen d'un commutateur, de faire rapidement de nombreuses lectures de D et d, dont on peut prendre la moyenne. D'autre part, en connaissant la résistance de l'instrument, on calcule l'intensité du courant; elle était au plus de $\frac{4}{1000}$ d'ampère dans mes essais et la résistance de la solution était pratiquement nulle, les électrodes ayant au moins 30^{cq}; celles-ci étaient en platine, distantes de 10^{mm} à 12^{mm} et séparées par une cloison poreuse.

» Les solutions comparées entre elles contenaient un même nombre de molécules au litre, et le fait de la décomposition a été vérifié chaque fois aux deux pôles; le dégagement d'hydrogène était du reste déjà visible. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une application du silicate de soude.* Note de M. G. Geisenheimer, présentée par M. Troost.

« Quelle que soit la pureté des produits chimiques employés dans le blanchissage du linge, on n'est pas certain d'obtenir un nettoyage parfait, même si les cristaux de soude sont très blancs, le savon très riche en corps gras, ou les sels caustiques de soude sans traces de sulfures ou silicates. Souvent le linge ou bien reste roux, ou bien se couvre de grandes taches jaunes ou encore conserve toutes les maculatures préexistantes. Pour corriger ces défauts, le blanchisseur augmente la dose de causticité, allonge le temps de l'ébullition, et si, parfois, il arrive au but, c'est au détriment du linge qui est brûlé. Il est reconnu que le linge s'use beaucoup moins vite dans les campagnes où l'on coule encore la lessive avec des cendres. Aussi tous les mécomptes éprouvés sont-ils généralement imputés aux produits chimiques mis en œuvre, tandis qu'ils doivent être attribués à la nature des eaux employées. Les unes sont réputées de bonne

qualité, d'autres au contraire sont rejetées comme impropres au blanchissage. Cette distinction doit disparaître. Dans les eaux communes, il n'y a que les sels de chaux ou de magnésie qui aient une influence, les sels des autres bases sont en trop faible proportion.

» Le bicarbonate de chaux se dédouble à l'ébullition ou par l'addition de soude et forme un précipité qui adhère au linge : agissant comme une laque, il fixe aux tissus la couleur jaunâtre que possède la solution alcaline où il prend naissance; ces taches de lessive résistent aux lavages subséquents ainsi qu'aux agents oxydants. Le sulfate de chaux agit de même; il est du reste ramené à l'état de carbonate par l'addition du sel de soude. On connaît enfin l'action des sels de chaux et de magnésie sur les savons alcalins qu'ils décomposent.

» Lorsqu'on emploie de l'eau distillée, ou simplement purifiée, les accidents signalés plus haut ne se produisent pas. Mais, dans le blanchissage, on ne peut recourir aux procédés industriels d'épuration qui sont trop compliqués, il faut un moyen plus simple : on rend inoffensive une eau calcaire en l'additionnant d'un silicate alcalin, dont la qualité essentielle est d'être entièrement soluble dans l'eau.

» On l'obtient aisément en mélangeant à du carbonate de soude anhydre en poudre 10 à 20 pour 100 d'une solution saturée de silicate de soude $NaO, 2SiO^2$. Le carbonate tendant à former l'hydrate $NaO, CO^2 + 10HO$ absorbe l'eau de la solution et devient pour ainsi dire le support du silicate. Sous cette forme, ce sel est aisément transportable et conserve sa solubilité, tandis qu'aucun silicate obtenu directement par fusion n'est intégralement soluble.

» Au sein de la lessive, le silicate donne avec les sels de chaux et de magnésie un précipité floconneux qui se dépose très vite, n'est nullement adhésif et devient à l'ébullition pulvérulent comme du sable. En solution dans une eau purifiée, tous les produits lixiviels sont employés utilement; de plus, comme on ne perd plus ni soude caustique, ni carbonate de soude, on peut calculer les quantités strictement nécessaires de ces produits et éviter ainsi un excès nuisible et coûteux.

» L'expérience montre alors qu'il suffit d'une très petite quantité de soude caustique; elle est utile pour amorcer la saponification des corps gras que le carbonate alcalin continue ensuite d'une façon moins énergique et moins dangereuse pour les tissus; mais on peut s'en passer. Du reste, quand on analyse les principes actifs extraits des cendres de bois,

on trouve uniquement du carbonate et du silicate de soude ou de potasse. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques phosphochromates*. Note de M. **Maurice Blondel**, présentée par M. Troost.

« L'acide phosphorique hydraté est susceptible de former avec l'acide chromique plusieurs acides doubles. Je décrirai aujourd'hui les sels bien définis et remarquablement stables obtenus en saturant par la potasse certains mélanges des deux acides. Ces sels répondent aux formules

$$PhO^5.8CrO^3.3KO \quad \text{et} \quad PhO^5.4CrO^3 2KO.HO.$$

Ils cristallisent, le premier sel en prismes courts peu chargés de facettes, le second sel en aiguilles généralement groupées en gerbes. Au contact de l'eau ou d'une dissolution saturée de bichromate de potasse, les prismes courts se hérissent de fines aiguilles qui ne tardent pas à disparaître si le dissolvant est employé en quantité suffisante. De même qu'un lavage à l'eau transforme un de ces sels en lui faisant perdre de l'acide chromique et de la potasse, une dissolution contenant de l'acide phosphorique, de l'acide chromique et de la potasse qui peut abandonner d'abord le sel $PhO^5.8CrO^3.3KO$, donne quand elle est appauvrie en acide chromique le sel $PhO^5.4CrO^3.2KO.HO$. Mais en employant les acides dans un rapport convenable, on obtient à volonté, par addition d'une dose d'alcali insuffisante pour saturer le $\frac{1}{3}$ de l'acide phosphorique, l'un ou l'autre des phosphochromates.

» Un mélange de 1 équivalent d'acide phosphorique trihydraté et de 8 équivalents d'acide chromique dissous dans aussi peu d'eau que possible, traité par $\frac{3}{4}$ d'équivalent de carbonate de potasse, fournit immédiatement un précipité cristallin et dans le vide sec des cristaux déterminables. Le précipité cristallin et les cristaux ont même composition.

» Ils donnent à l'analyse :

	Trouvé.		Calculé.
Acide phosphorique	12,0	PhO^5	11,6
Acide chromique	64,9	$8CrO^3$	65,3
Potasse	22,6	3KO	23,1
	99,5		100,0

» Le mélange de 1 équivalent d'acide phosphorique et de 2 équivalents

d'acide chromique traité par $\frac{3}{4}$ d'équivalent de carbonate de potasse fournit spontanément des cristaux du second phosphochromate, car ils donnent à l'analyse :

	Trouvé.		Calculé.
Acide phosphorique.......	18,8	PhO^5..................	18,9
Acide chromique.........	54,0	$4CrO^3$..................	53,5
Potasse.................	25,1	$2KO$....................	25,3
Eau par différence........	2,1	HO.....................	2,3
	100,0		100,0

» Ce dernier mélange présente cette particularité qu'il peut aussi fournir le composé $PhO^5.8CrO^3.3KO$, à la condition que des cristaux de ce sel soient semés avant l'addition de l'alcali. Toutefois les cristaux ne peuvent ni se mouvoir ni se conserver dans ce milieu pauvre en acide chromique; ils finissent même par disparaître, car ils servent à l'accroissement continu de quelques cristaux du sel $PhO^5.4CrO^2.2KO.HO$ formés malgré l'ensemencement.

» La présence de l'acide sulfurique ou de l'acide molybdique dans ces mélanges donne naissance à des sels complexes qui feront l'objet d'une prochaine Note (¹) ».

CHIMIE. — *Action de l'acide sulfurique sur le charbon de bois.* Note de M. **A. Verneuil**, présentée par M. Friedel.

« Les réactions secondaires qui accompagnent la formation des anhydrides sulfureux et carbonique, dans la réaction classique de l'acide sulfurique sur le charbon de bois, ne paraissent jusqu'à présent avoir été l'objet d'aucune étude (²).

» Le produit noir visqueux et incristallisable qui constitue le résidu de cette préparation renferme cependant plusieurs matières intéressantes, parmi lesquelles j'ai déjà pu extraire, en quantité notable, deux des principaux acides benzène-carboniques : l'acide mellique (acide phène-hexaméthyloïque) et l'acide benzène-pentacarbonique (acide phène-pentaméthyloïque). Leur préparation et leur identification font l'objet de ce premier Mémoire.

1. La formation de ces acides m'a paru liée principalement à la grande

(¹) Travail fait au laboratoire de Minéralogie de la Sorbonne.

(²) M. Terreil a cependant signalé la formation d'une petite quantité d'un acide organique qui se sublime pendant la préparation du gaz sulfureux par ce procédé (*Bull. Soc, chim.*, 2ᵉ série, t. II, p. 413).

concentration de l'acide sulfurique, et, par conséquent, à la température à laquelle s'effectue la réaction; il convient d'après cela de produire un dégagement rapide des gaz pour éviter autant que possible le retour, dans le ballon, de l'eau engendrée conformément à la réaction

$$C + 2SO^4H^2 = CO^2 + 2SO^2 + 2H^2O.$$

» En raison des impuretés du charbon de bois (eau, cendres, etc.), ainsi que pour éviter la destruction, par un grand excès d'acide sulfurique, des produits d'abord formés, je n'ai employé, dans ces premiers essais, que 1400^{gr} d'acide ordinaire pour 100^{gr} de charbon, soit une quantité d'acide inférieure à celle qui répond à l'équation ci-dessus.

» Un thermomètre plongé dans le liquide indique que la réaction présente toute son intensité vers 280°; la température ne monte vers 300° qu'à la fin de l'opération. On pèse le ballon de temps en temps et, lorsqu'il ne renferme plus que 90^{gr} à 100^{gr} de matière, ce qui arrive après six heures de chauffe environ, l'attaque est terminée. Il est difficile de dépasser ces limites sans risquer de brûler le produit. La quantité de matière organique entraînée par l'eau, le gaz sulfureux et l'acide sulfurique qui distillent, est insignifiante.

» Après refroidissement, la masse est reprise par l'eau, qui se charge de substances colorées en brun très foncé et laisse une matière noire insoluble, coagulée, dans laquelle on ne retrouve plus trace de la forme primitive du charbon de bois; ce produit, soluble dans les alcalis et dans l'acide sulfurique concentré, sera étudié ultérieurement.

» L'acide sulfurique que renferme la liqueur est éliminé par le chlorure de baryum, employé sans excès, puis on évapore à sec le liquide clair décanté afin de chasser l'acide chlorhydrique; il reste alors, comme résidu, une substance brune, amorphe, très acide et dont le poids s'élève à 20 pour 100 de celui du charbon attaqué. Ce mélange d'acides est repris par l'eau et saturé par l'ammoniaque qui précipite les oxydes de fer, de manganèse, la chaux, etc., à l'état de sels basiques, puis la liqueur filtrée et fortement concentrée abandonne des cristaux de mellate d'ammonium qu'on obtient tout à fait purs, après trois ou quatre cristallisations dans une fois et demie leur poids d'eau. Le rendement atteint 4 pour 100 environ du poids du charbon mis en œuvre.

» Ce mellate d'ammonium a été caractérisé d'abord par sa forme cristalline que M. Wyrouboff a bien voulu examiner : c'est celle d'un prisme orthorhombique, avec $mm = 114°,25$, $a^1p = 151°$, $e^1p = 160°,5$, semblable à celui décrit par G. Rose.

» Le dosage de l'ammoniaque, calculé en AzH^4, a donné 17,39 pour 100; la théorie pour $C^6(CO^2)^6(AzH^4)^6 9H^2O$ exige 17,82 pour 100.

» Il donne avec le chlorure de baryum, en liqueur étendue, un précipité blanc amorphe qui ne tarde pas à se transformer complètement en un magma de fines aiguilles caractéristiques qui répondent, après dessiccation sur l'acide sulfurique, à la formule $C^{12}O^{12}Ba^3 6H^2O$ (trouvé : $C = 16,85$, $H = 1,29$, $O = 33,45$, $Ba = 48,41$; calculé : $C = 16,84$, $H = 1,40$, $O = 33,68$, $Ba = 48,07$).

» J'ai vérifié également que ce mellate d'ammonium se transforme à 160° en paramide insoluble et en acide euchroïque qui fournit sur une lame de zinc la belle couleur bleue caractéristique devenant cramoisie par l'action des alcalis (Wœhler).

» Ces faits établissent que l'un des acides engendrés dans l'oxydation du charbon de bois par l'acide sulfurique est bien l'acide mellique.

» 2. Je n'ai pas trouvé de méthode simple et rapide permettant de purifier les sels qui restent dans la solution brune sirupeuse séparée du mellate brut. Le procédé que j'ai adopté consiste à transformer ces sels ammoniacaux en sels de baryum, à dissoudre ceux-ci dans l'acide chlorhydrique, puis à fractionner par la baryte; on sépare ainsi d'une manière complète les matières brunes qui souillent ces produits.

» A cet effet, la solution des sels ammoniacaux est évaporée à sec en présence d'un léger excès d'hydrate de baryte, puis les sels basiques obtenus sont dissous à froid dans HCl au dixième. Cette liqueur est additionnée d'une solution chaude et concentrée de baryte, jusqu'à la formation d'un précipité persistant; à partir de ce moment, on fractionne la précipitation en ajoutant au liquide une solution de 30^{gr} d'hydrate de baryte par kilogramme de charbon attaqué.

» Ce premier précipité, séparé le lendemain du liquide surnageant, entraîne la majeure partie des produits bruns. En continuant ainsi ce fractionnement jusqu'à ce que la liqueur devienne alcaline, on obtient encore cinq précipités de moins en moins colorés; les deux premiers sont cristallins, les trois autres gélatineux.

» Laissant de côté ces trois derniers précipités amorphes, ainsi que le sel de baryum qui demeure en solution dans la liqueur alcaline finale, j'examinerai seulement aujourd'hui les deux précipités cristallins qui sont assez semblables pur être réunis.

» Ils donnent dans HCl étendu une solution brune qui laisse déposer après concentration un sel de baryum acide cristallisé en aiguilles mélangées avec du chlorure de baryum. Ces deux sels se séparent très aisément des produits bruns; on les obtient tout à fait blancs après trois ou quatre cristallisations dans HCl étendu. Ils sont alors décomposés par la quantité équivalente d'acide sulfurique, on sépare le sulfate de baryum, on évapore à sec pour chasser HCl et le résidu cristallisé une dernière fois dans l'eau fournit l'acide phène-pentaméthyloïque pur et cristallisé. Le rendement atteint près de 3 pour 100 du poids du charbon attaqué.

» Cet acide, obtenu pour la première fois en 1880 par M. Friedel [1] en oxydant le pentaméthylbenzène à l'aide du permanganate de potassium, est très soluble dans l'eau chaude, d'où il se dépose par refroidissement en belles aiguilles soyeuses; il est soluble dans l'alcool et dans l'éther, s'effleurit à l'air et perd 27,56 pour 100 d'eau sur l'acide sulfurique : la quantité d'eau calculée pour $C^6H(CO^2H)^5 6H^2O$ s'élève à 26,60 pour 100.

---

[1] *Bulletin de la Société chimique*, t. XXXIV, nouv. sér., p. 627, et *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. I, p. 474.

» Desséché à 110°, il répond à la formule $C^6H(CO^2H)^5$ (trouvé : C = 44,19, H = 2,27, O = 53,54; calculé : C = 44,29, H = 2,01, O = 53,69).

» Saturé par l'ammoniaque, il précipite le chlorure de baryum comme le mellate correspondant, mais le précipité amorphe ne se transforme pas spontanément en cristaux. Ses sels alcalins donnent avec l'azotate d'argent un précipité blanc amorphe qui renferme, après dessiccation, 64,38 pour 100 d'argent (théorie : 64,82). Ce sel déflagre par la chaleur en fournissant une matière noire, pulvérulente et très volumineuse, qui laisse après grillage une mousse d'argent pur.

» La saturation de cet acide, par la potasse, a exigé 93,46 pour 100 de KOH (théorie : 94,11).

» Ces données suffisent pour caractériser l'*acide phène-pentaméthyloïque*.

» Il me reste, pour achever ce travail, à purifier les produits du fractionnement par la baryte, que je n'ai pu encore examiner, et à déterminer si l'origine des acides que je viens de décrire provient réellement du carbone, ou si elle n'est que le résultat de l'oxydation des produits hydrogénés qu'une calcination incomplète laisse toujours subsister dans le charbon de bois. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation de l'aldéhyde isovalérianique avec l'acétone ordinaire*. Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« M. Claisen a indiqué, il y a déjà longtemps (¹), que les aldéhydes aromatiques se condensent à froid avec l'acétone ordinaire, en prenant une lessive de soude étendue, pour donner des acétones non saturées. La réaction est la suivante avec l'aldéhyde benzylique :

$$C^6H^5\text{-}CHO + CH^3\text{-}CO\text{-}CH^3 = H^2O + C^6H^5\text{-}CH{=}CH\text{-}CO\text{-}CH^3.$$

» Cette intéressante réaction n'a pas jusqu'ici été appliquée aux aldéhydes de la série grasse. Il y a un an (*Berichte*, t. XXV, p. 3164), M. Claisen a cherché à condenser l'acétone avec l'aldéhyde ordinaire, mais la réaction ne s'est pas passée comme avec l'aldéhyde benzylique. Il s'est produit une acétone-alcool secondaire

$$CH^3\text{-}CHOH\text{-}CH^2\text{-}CO\text{-}CH^3$$

qui n'a perdu une molécule d'eau pour fournir l'éthylidène-acétone que sous l'action de l'anhydride acétique.

(¹) L. Claisen, *Berichte*, t. XIX, p. 2468; *Bull. Soc. Chim.*, t. XXXVII, p. 509; L. Claisen et A. Power, *Ann. Chem.*, t. CCXXIII, p. 137; *Bull.*, t. XLIII, p. 137.

» L'étude des condensations des acétones avec les aldéhydes sous l'influence de lessives alcalines faibles nous a paru d'un grand intérêt. Il nous a semblé, en effet, que cette réaction était une de celles qui peuvent se passer dans les cellules végétales et que les composés auxquels elle donne naissance pouvaient être un des stades intermédiaires de la synthèse des essences naturelles.

» Nous avons constaté que la condensation des aldéhydes grasses avec l'acétone se fait très aisément par la méthode de M. Claisen:

» Nous avons abandonné pendant 3 jours à la température ordinaire un mélange de : aldéhyde valérianique, 100p; acétone, 100p; soude à 10 pour 100, 100p; eau, 600p. Le mélange doit être assez fréquemment agité. Au bout de trois jours l'odeur suffocante de l'aldéhyde valérianique avait à peu près disparu. On sépare alors la couche insoluble, on la sèche avec un peu d'acétate de sodium fondu et l'on rectifie.

» Il passe dans les premières portions un mélange d'acétone et de valéral, puis le thermomètre s'élève rapidement à 179°. La portion principale passe de 170 à 190°; il reste un assez faible résidu dont l'étude n'est pas terminée.

» La portion principale retient de l'eau énergiquement, mais on l'en débarrasse aisément en la faisant bouillir pendant quelques instants avec de l'anhydride acétique, puis rectifiant ensuite avec un petit appareil à boules.

» Le nouveau liquide est complètement incolore, assez mobile et possède une odeur agréable, rappelant celle de l'acétate d'amyle. Il bout à 180° sous 750mm.

» Sa composition est représentée par la formule $C^8H^{14}O$ et répond à celle de *l'isoamylidénacétone* ou *méthylhepténone*. Sa densité à 0° est égale à 0,8580.

» Les indices de réfraction sont $n_2 = 1,4425$, $n_b = 1,4581$ à 17°,8 pour les longueurs d'onde $\lambda_2 = 645$, $\lambda_b = 452,6$.

» La méthylhepténone se combine au bisulfite au bout d'un contact assez long, en donnant un produit cristallisé. Traitée à froid par un mélange de soude, d'hypobromite, d'iodure de potassium, elle est décomposée avec formation d'iodoforme. L'hypobromite seul réagit également, mais ne semble pas fournir de bromoforme.

» L'*isoamylidénacétone* réagit aisément avec le réactif de Crismer (chlorure de zinc-hydroxylamine) en donnant naissance à une *oxime* liquide, bouillant à 225°-230° sous la pression ordinaire, avec une faible décomposition. Cette *oxime* possède un *sel de sodium* insoluble dans la soude concentrée, un *dérivé benzoylé* huileux.

» La réduction par l'alcool et le sodium ne fournit qu'une faible quantité de *méthylhepténol;* en revanche, il se fait une forte quantité d'une substance liquide à point d'ébullition élevé qui semble être la pinacone correspondante.

» Il est naturel d'admettre que la réaction qui donne naissance à la méthylhepténone s'est passée suivant le schéma

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\rangle CH - CH^2 - CHO + CH^3 - CO - CH^3$$
$$= H^2O + \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\rangle CH - CH^2 - CH = CH - CO - CH^3,$$

et que le nouveau corps constitue réellement l'*isoamylidénacétone* ou 2 *méthyl* – 4 *heptène* – 6 *one*.

» Cependant il ne serait pas impossible que le départ de la molécule d'eau donnât naissance à l'isomère

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^2 \end{matrix} \Big> CH - CH = CH - CH^2 - CO - CH^3$$

ou 2 *méthyl* – 3 *heptène* – 6 *one*.

» Pour décider la question, nous avons soumis le produit à l'oxydation au moyen du bichromate de sodium et de l'acide sulfurique. Nous avons enlevé les acides formés par la distillation; nous les avons transformés en sels de baryum, puis en éthers éthyliques. Ceux-ci, lavés à l'eau, séchés et rectifiés, se sont trouvés composés exclusivement de valérianate d'éthyle bouillant à 130°-134° (133°) dès la première distillation. L'isoamylidénacétone seule peut donner à l'oxydation de l'acide isovalérianique; son isomère fournirait de l'acide isobutyrique.

» Cette démonstration de la constitution de l'isoamylidénacétone peut sembler à première vue inutile; elle ne l'est pas cependant, car on a déjà attribué la constitution de l'isoamylidénacétone à un corps qui, comme nous allons le montrer, est nettement différent de celui que nous avons eu entre les mains.

» M. Wallach ([1]), en décomposant par la chaleur l'anhydride cinéolique, a obtenu une méthylhepténone bouillant à 173°-174° à laquelle il a donné pour constitution

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \Big> CH - CH = CH - CH^2 - CO - CH^3.$$

» Récemment MM. Tiemann et Semmler ([2]) ont préparé la même substance en oxydant le géraniol et le citral par le bichromate de potassium, ainsi qu'en décomposant, au moyen de la potasse alcoolique faible, le nitrile dérivé du citral.

» MM. Tiemann et Semmler ont constaté l'identité de leur produit avec celui obtenu par M. Wallach. L'un et l'autre traités par une solution refroidie de deux molécules de brome dans trois molécules de soude caustique fournissent un produit cristallisé fondant à 98°-99°. D'autre part, M. Wallach a établi que la méthylhepténone était convertie en dihydrométaxylène par le chlorure de zinc anhydre.

([1]) *Ann. de Chim.*, t. CCLXVIII, p. 319. — *Bull.*, 3e série, p. 898.
([2]) *Berichte*, t. XXVI, p. 2708 et *Bull.*, 3e série, t. IX, p. 979.

» Après avoir montré l'identité de leur méthylhepténone avec celle provenant de l'anhydride cinéolique, M. Tiemann et Semmler ont rejeté la constitution proposée pour elle par M. Wallach et en ont voulu faire l'*isoamylidénacétone*.

» Nous croyons que M. Wallach était dans le vrai, car le corps que nous avons entre les mains est l'isoamylidénacétone et il est nettement différent de la méthylhepténone de Wallach.

» 1° L'isoamylidénacétone ne fournit pas avec le brome et la soude de dérivé cristallisé;

» 2° L'action du chlorure de zinc dans les conditions indiquées par M. Wallach fournit des produits de condensation à poids moléculaire élevé et non pas le dihydrométaxylène;

» 3° Le point d'ébullition de notre acétone est plus élevé;

» 4° Les indices de réfraction sont plus petits

$$n_D = 1,4400 \text{ (Wallach)}, \qquad 1,4445 \text{ (Tiemann)}.$$

» MM. Tiemann et Semmler n'ont établi par aucune expérience la constitution qu'ils imposent à leur méthylhepténone; ils l'ont conclue des schémas qu'ils ont adoptés pour représenter le géraniol et le citral et qui semblent incompatibles avec la constitution proposée par M. Wallach. L'inexactitude de la conclusion nous paraît en ébranler fortement les prémisses.

» La préparation de la méthylhepténone se fait avec un rendement excellent. Nous avons constaté que l'œnanthol réagit aussi très aisément sur l'acétone en donnant un produit cristallisé dont nous continuons l'étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Études sur les propriétés chimiques de l'extrait alcoolique de levure de bière : formation d'acide carbonique et absorption d'oxygène.* Note de M. **J. de Rey-Pailhade**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Les phénomènes chimiques qui se produisent au sein des organismes vivants sont engendrés par le conflit de principes immédiats, généralement très instables, qui se détruisent souvent sous l'action des réactifs employés pour les extraire. Il est cependant possible, en utilisant le froid et certains antiseptiques faibles, d'obtenir des liqueurs produisant, à l'abri de tout élément figuré, plusieurs phénomènes chimiques caractéristiques de la vie. C'est ce que les faits suivants démontrent :

» On délaye 100gr de levure de bière très jeune, pressée, à 20 pour 100 de résidu sec

environ, dans 55gr d'eau chargée d'un peu de glucose, puis on ajoute, par petites portions, 45gr d'alcool à 90° centésimaux. On remplit complètement un flacon de cette bouillie, on bouche et l'on conserve à la température de 0°. On agite de temps en temps pendant trois jours, puis le mélange mousseux est versé sur un filtre de papier. Le *filtratum* est repassé à la bougie stérilisatrice de M. d'Arsonval. Le liquide est reçu dans un vase stérilisé et soumis au vide d'une trompe à eau pour enlever l'excès d'acide carbonique dissous.

» Cette liqueur, au titre de 22 pour 100 d'alcool environ, un peu acide et privée de tout organisme vivant, jouit des trois propriétés chimiques suivantes, appartenant aussi à la levure de bière vivante : 1° de produire de l'hydrogène sulfuré au contact du soufre à froid ; 2° de dégager spontanément de l'acide carbonique à l'abri de l'oxygène ; 3° d'absorber l'oxygène libre de l'air. Voici les expériences qui le prouvent :

» 1° En mélangeant et en agitant dans un flacon du soufre avec cette liqueur, il se produit un peu de H^2S qui noircit bientôt un papier à l'acétate de plomb suspendu dans l'atmosphère du flacon. Cette formation est due à un principe immédiat, le *philothion*, sur lequel j'ai déjà eu l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie (1).

» 2° Dans trois matras stérilisés on verse, à l'aide d'une pipette jaugée, 25cc de liqueur, puis on fait le vide à la pompe à mercure et l'on scelle à la lampe en ayant soin d'étirer l'extrémité en pointe fine. Un des matras est immédiatement soumis à l'analyse pour y déterminer l'acide carbonique que le vide à froid n'a pu enlever. On y parvient en introduisant le bout effilé dans un caoutchouc fixé à l'une des deux tubulures d'un petit flacon, dans lequel on a préalablement versé 0cc,5 d'acide sulfurique. L'autre tubulure est reliée à la pompe par un tube vertical entouré d'un manchon plein d'eau froide. Le flacon étant plongé dans de l'eau à 45° C., on fait le vide dans tout le système. A ce moment on brise la pointe effilée du matras ; son contenu descend dans le flacon au contact de l'acide sulfurique. Il se produit un abondant *coagulum* d'albumine, avec dégagement d'acide carbonique qu'on recueille et qu'on dose (A). Les autres matras sont conservés et agités pendant plusieurs jours à la température du laboratoire, puis on analyse un deuxième matras de la même manière que le premier ; on a (B) d'acide CO^2. La différence (B — A) donne l'acide carbonique produit spontanément dans le vide. La liqueur conservée dans le vide perd lentement sa limpidité primitive, mais l'examen microscopique du liquide du troisième matras non chauffé ne dénote que des amas informes de matière albuminoïde, et les ensemencements faits avec la liqueur trouble dans différents milieux sont tous restés stériles.

» Voici les résultats de deux expériences, rapportées par le calcul à 100cc de liqueur :

CO^2			Durée de l'expérience.
(A).	(B).	(B — A).	
16cc,8	48cc,8	32cc,0	7 jours
17cc,2	41cc,0	23cc,8	10 »

(1) *Comptes rendus*, séances des 11 juin et 2 juillet 1888 et du 18 février 1889.

» 3° Versons l'extrait alcoolique de levure de bière dans les matras pleins d'air, et, à l'aide d'un appareil tournant, agitons constamment l'air et le liquide. En faisant l'analyse du gaz emprisonné, on constate qu'il y a eu absorption d'oxygène et formation d'acide carbonique. Voici les résultats :

CO^2 (B — A).	Oxygène absorbé.	Durée. de l'expérience.
cc 39,6	cc 10,8	jours 3
5,6	2,1	1
6,0	2,5	1

» On sait depuis Spallanzani que les tissus récemment détachés de l'organisme vivant consomment de l'oxygène et produisent de l'acide carbonique, soit dans l'air, soit dans un gaz inerte comme l'azote. M. Gautier a généralisé ces faits en étudiant les produits du fonctionnement autonome du tissu musculaire séparé de l'être vivant et mis à l'abri des microbes. J'ai montré, il y a quelques années, que les tissus, broyés avec du soufre, produisent de l'hydrogène sulfuré. Mes dernières expériences établissent que les principes immédiats eux-mêmes produisent ces phénomènes lorsqu'ils ont été extraits par des dissolvants convenables, et que ces effets paraissent indépendants de tout élément figuré. Nous examinerons ultérieurement le rôle physiologique du philothion, qui existe abondamment dans ces extraits alcooliques [1]. »

HYDROGRAPHIE. — *Sur les fonds sous-marins de la région de Banyuls et du cap de Creus.* Note de M. G. **Pruvot**, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« De nombreux sondages, effectués pendant les mois d'août à octobre de l'année 1893, ont permis de dresser la Carte marine détaillée de la région comprise entre la plaine du Roussillon et le golfe de Rosas (Espagne) jusqu'à 40^{km} au large.

» On sait que les deux côtes plates du Roussillon et de la vallée de Lampourdan (golfe de Rosas) courent sensiblement du nord au sud, séparées par la chaîne montagneuse des Albères, et que celle-ci se termine par la

(1) C'est avec un véritable plaisir que je remercie M. le professeur Armand Gautier des utiles et précieux conseils qu'il m'a donnés en 1893, alors que je vérifiais dans son laboratoire quelques-uns des faits précédents.

large masse du cap de Creus qui porte à l'est sa pointe extrême jusqu'à 20^{km} environ de la ligne générale de la côte.

» Au point de vue du relief sous-marin, cette pointe du cap de Creus sépare aussi deux régions différentes. A son niveau, le plateau continental est réduit à une mince bordure de moins de 3^{km} de large, reliant deux vastes plateaux dont l'un, au nord, appartient aux eaux françaises et l'autre, au sud, continue la côte d'Espagne. Ce dernier descend en pente douce et régulière vers l'est, et la profondeur de 400^{m} n'est atteinte qu'à 40^{km} au large de Rosas; mais son bord septentrional rectiligne forme un talus assez rapide pour qu'on voie le fond tomber de 188^{m} à 759^{m} en moins de 4^{km} de parcours horizontal. Celui du nord, terminaison occidentale de la vaste plaine sous-marine peu profonde qui occupe tout le golfe du Lion, après s'être abaissé, à partir du rivage, jusqu'à 100^{m} de profondeur environ, reste sensiblement horizontal sur une vaste étendue, puis tombe rapidement à des profondeurs supérieures à 800^{m}. De plus, cette sorte de falaise, au lieu d'être droite comme celle du plateau espagnol qui lui fait face, est profondément découpée par trois échancrures, trois ravins étroits et profonds, limités de chaque côté par des talus rapides, mais dont la ligne de fond est presque horizontale, comprise entre 600^{m} et 700^{m}, bien que l'un d'eux ait une longueur de plus de 15^{km}.

» Cette région se laisse, d'après la nature des fonds, diviser en quatre zones :

» 1° Une *zone littorale* étroite qui descend jusqu'à 40^{m} environ. Formée de roches sur le prolongement des caps et, dans leurs intervalles, de graviers et de sables recouverts ordinairement de Posidonies, elle correspond à la zone où l'agitation perpétuelle des eaux empêche le dépôt de sédiments plus meubles.

» 2° La *zone de la vase côtière* grise, assez foncée, compacte et lourde. De largeur variable et surtout développée dans le nord où elle forme une large tache s'étalant autour de l'embouchure du Tech, elle descend partout, sauf contre la pointe du cap de Creus où elle manque, sans mélange sableux jusqu'à 90^{m} environ, et représente l'apport actuel des rivières étalé en nappe à la surface des sables sous-jacents.

3° La *zone des graviers du large* qui se montrent à découvert sur tout le reste du plateau et descendent jusqu'à la profondeur de 250^{m} en moyenne. C'est un mélange de sable, graviers et petits cailloux fortement roulés composés des roches de la région. Ils montrent à leur surface, surtout vers le bord du plateau, des concrétions brunes, volumineuses, formant par endroits de vrais bancs rocheux redoutés des pêcheurs. Elles sont constituées par des débris de coquilles et des tubes d'annélides cimentés ou englobés par un dépôt brun foncé, calcaire et ferrugineux, à couches concentriques, indice d'un état de repos actuel des eaux confirmé par la fixation sur tous les cailloux ou grains de gravier d'une foule d'organismes délicats, mais qui contrastent avec leur

aspect roulé et prouve qu'ils ont été charriés à une époque antérieure au régime actuel des eaux et des rivières de la région.

4° La *zone de la vase profonde*, tapissant tous les grands fonds et les talus au-dessous de 250^{m}. Très fine, molle, d'un gris jaunâtre pâle, virant au vert quand elle commence à se dessécher, elle passe au fond des ravins susmentionnés à une vase bleu-ardoisé, très compacte, où la coupe du sondeur n'enfonce plus. Celle-ci étant recouverte à sa surface d'un mince lit de coquilles et graviers éboulés du plateau et purs de tout mélange vaseux montre par là qu'elle ne continue plus à se déposer, mais qu'elle doit être considérée comme formée par les anciens apports de vase profonde non recouverts par des dépôts nouveaux et en voie de solidification.

» Sur le plateau espagnol les dépôts ne montrent plus cette succession. On trouve bien encore dans sa partie nord la vase côtière et la vase profonde séparées par la même bande de graviers purs et roulés, mais ils disparaissent bientôt, et au niveau du golfe de Rosas la vase côtière, ici molle, jaunâtre et verdissant en séchant, montre partout et d'emblée les mêmes caractères que la vase profonde qui la continue et à laquelle elle donne naissance.

» D'après ces faits, tout en attendant le résultat des analyses détaillées des sédiments recueillis, je crois pouvoir conclure que, dans la région de Banyuls du moins, le plateau continental formé entièrement de sables et de graviers, ne montrant nulle part ses talus, malgré leur forte inclinaison, de saillies rocheuses, est dû en entier à des apports alluviens, continuation sous-marine de ceux de la plaine du Roussillon et se rattachant comme eux aux grands phénomènes de transport de l'époque quaternaire. Les profonds ravins qui découpent son bord ont dû être produits par la présence de quelques restes des derniers prolongements des Albères qui auraient divisé le courant et empêché les dépôts au delà d'eux.

» Aujourd'hui, les rivières affaiblies du Roussillon ne peuvent plus étaler leurs sédiments à la surface de ces anciens dépôts que jusqu'à une faible distance de la côte et ne prennent aucune part à la formation de la vase profonde.

» Celle-ci est d'origine méridionale. Les rivières espagnoles, la Muga, la Fluvia, d'autres peut-être encore plus au sud, étalent actuellement leur vase côtière plus fine, jaune verdâtre jusqu'à une distance plus considérable du rivage ; ce sont ses parcelles les plus fines qui recouvrent le bord méridional du plateau français et ses découpures. Leur transport aurait aussi une énergie décroissante, et les premiers sédiments poussés jusqu'au fond des ravins et non recouverts par des apports nouveaux auraient pris peu à peu les caractères de couleur et de compacité de la vase bleue.

» Ainsi, les dépôts ont dû se faire ici successivement suivant deux directions opposées : les premiers, à gros éléments, venus du nord-ouest et qui ont constitué le plateau continental, ont été ensuite recouverts en partie par des couches de vase fine qui se sont étendues dans la direction du sud-est au nord-ouest après avoir contourné le cap de Creus.

» Les sondages et dragages nécessités par l'exploration des 1700^{km} carrés que représente cette carte ont été effectués avec les seules ressources du laboratoire Arago, mises à ma disposition par M. de Lacaze-Duthiers avec une libéralité dont je ne saurais assez le remercier. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Un signe de mort certaine, emprunté à l'ophtalmotonométrie. Lois de la tension oculaire.* Note de M. **W. Nicati**, présentée par M. Ranvier.

« En étudiant la tension oculaire à l'aide du nouvel instrument que j'ai fait construire et présenté récemment à la Société de Biologie, on trouve que cette tension, ou plus simplement dureté, qui est normalement de 18^{gr} à 21^{gr}, oscille à l'état physiologique entre 14^{gr} et 25^{gr} (T 0,4 à 1), baisse avec la cessation des battements du cœur à 12^{gr} environ, pour s'affaisser ensuite progressivement avec des ressauts ou retours en arrière brusques, ne dépassant jamais douze. A partir d'une demi-heure, on rencontre déjà les duretés minima de 1^{gr} à 3^{gr}, mais la détente définitive n'a lieu qu'après deux heures; elle devient alors complète.

» L'œil énucléé et replacé dans son orbite présente les mêmes phénomènes.

» L'instrument qui donne ces résultats est d'une extrême précision; ses indications sont dépouillées de l'équation personnelle à l'observateur qui a entravé, jusqu'à ce jour tous les procédés pratiques de tonométrie oculaire.

» Il en résulte un signe de mort certaine qui réside dans un premier affaissement au moment de l'arrêt du pouls et dans un affaissement définitif, et au plus haut degré démonstratif peu d'heures après.

» Les lois qui président à ces phénomènes sont les suivantes :

» 1° La tension oculaire est fonction de la tension sanguine;

» 2° Elle obéit à une régulation réflexe opposant à la pression sanguine des pressions égales (et empêchant soit les déformations qu'une pression sanguine exagérée pourrait provoquer, soit les ischémies qu'une pression

sanguine trop faible amènerait inévitablement si l'œil conservait une pression constante);

» 3° Une régulation rapide, provisoire, a lieu par la rétraction rapide ou contraction de la coque oculaire musculeuse;

» 4° Une régulation plus lente et plus durable a lieu par la sécrétion d'humeur aqueuse et son élimination.

» Ces lois méritent de fixer l'attention, et pour leur portée ophtalmologique, et pour les applications à en tirer au profit de la Médecine générale, la dureté de l'œil permettant une appréciation de la tension sanguine. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Quelques observations à propos du venin des serpents.* Note de M. S. **Jourdain**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les intéressantes expériences de MM. Bertrand et Phisalix ont démontré que la résistance de la Vipère à l'inoculation de son propre venin et, en dernier lieu, celle de la Couleuvre à cette même intoxication, proviennent de la présence d'une certaine quantité de venin dans le sang de ces Serpents. On s'explique aisément la présence du venin dans le sang de la Vipère, puisque une glande spéciale, bien développée, est chargée de la sécrétion de ce produit toxique. Or, comme il arrive pour toutes les sécrétions, une certaine quantité du produit sécrété existe normalement dans le torrent circulatoire. En vertu de cette règle générale, la présence dûment constatée du venin dans le sang de la Couleuvre implique chez cette dernière l'existence d'un appareil vénénifique. C'est ce que les recherches de MM. Bertrand et Phisalix viennent de révéler.

» La Couleuvre à collier (*Natrix torquatus*) n'est pas la seule qui se montre réfractaire au venin de la Vipère. Ainsi que je m'en suis jadis assuré, la Couleuvre vipérine (*Tropidonotus viperinus*), la Couleuvre d'Esculape (*Elaphis Æsculapii*), la Couleuvre lisse (*Coronella lævis*) et la Couleuvre à échelons (*Rinachis scalaris*) possèdent une semblable immunité.

» Je regarde donc comme certain que ces Ophidiens possèdent des appareils vénénifiques, dont les produits se retrouvent dans leur sang. Bien plus, j'incline à croire que cet appareil existe chez tous les Ophidiens.

» Dans les Serpents venimeux les glandes à venin ne font que se masser et s'hypertrophier. En outre, un appareil d'inoculation perfectionné y est adjoint.

» Au point de vue de la situation de l'appareil inoculateur, on peut établir

deux groupes. Les dents sillonnées ou tubuleuses sont en avant de la mâchoire supérieure, groupe protéroglyphe; ou elles sont rejetées tout à fait en arrière, groupe opistoglyphe. Nous possédons en France des représentants de ces deux groupes. Les deux espèces de Vipères (*Vip. aspis* et *Vip. berus*) sont des Protéroglyphes. Le groupe opistoglyphe n'est représenté que par la Couleuvre de Montpellier (*Cœlopeltis insignitus*).

» La Vipère a fait l'objet d'un grand nombre de travaux anatomiques et physiologiques. Par contre, le *Cœlopeltis* a été peu étudié. A Montpellier, j'eus plusieurs individus vivants à ma disposition; la dissection me permit de reconnaître, comme l'avait fait auparavant Duvernoy pour d'autres Opistoglyphes, la présence d'une petite glande à venin, dont le conduit excréteur était en rapport avec les crochets sillonnés postérieurs.

» Le *Cœlopeltis* a la forme générale et les habitudes des Couleuvres. Il n'attaque point les animaux vivants, dont il se nourrit, de la même manière que la Vipère. Celle-ci, comme les serpents à crochets antérieurs, fond sur sa proie avec la rapidité de l'éclair, la blesse avec ses crochets, puis se retire et attend tranquillement l'effet prompt et assuré du poison, qui va mettre sa victime à sa merci. Le *Cœlopeltis*, comme les Aglyphodontes, lutte corps à corps avec sa victime, qu'il étreint dans ses anneaux, ou, presque toujours, se nourrissant de petites proies, happe sa proie avec ses mâchoires. C'est seulement quand cette proie est fortement engagée, que les dents à venin peuvent entrer en action.

» Cependant, le venin de la Couleuvre de Montpellier a une activité comparable à celui de la Vipère. La vérification expérimentale exige quelques précautions. Lorsque le Serpent, qui est d'un caractère assez irascible, se jette sur un corps assez volumineux, il ne blesse qu'avec les dents antérieures. Pour enfoncer dans les tissus les crochets à venin, je faisais abaisser fortement par un aide la mâchoire inférieure de la Couleuvre, passée dans l'anneau d'une clef, puis j'introduisais transversalement un membre de la victime jusqu'au fond de la bouche, et j'y implantais les crochets. J'ai vu ainsi périr assez rapidement de petits Mammifères et des Oiseaux.

» Je n'ai point eu l'occasion d'essayer le venin de la Vipère sur le *Cœlopeltis*, mais je suis convaincu que ce Serpent doit s'y montrer particulièrement réfractaire. Il sera d'ailleurs facile, sans doute, d'expérimenter sur cet Opistoglyphe, qui n'est pas rare en divers points du sud-est de la France. »

ZOOLOGIE. — *Sur la faune ichthyologique des eaux douces de Bornéo.* Note de M. **Léon Vaillant**, présentée par M. E. Blanchard.

« Le Muséum ayant reçu de Bornéo d'importantes collections ichthyologiques, une en particulier recueillie récemment par M. Chaper dans les environs de Sémitou, à 600^{km} de l'embouchure du Kapoas, leur étude m'a conduit à rassembler sur les poissons d'eau douce de cette île des documents susceptibles, je crois, de fournir certaines indications sur les rapports à établir entre sa faune et celle des contrées voisines.

» Les nombreux travaux de Bleeker, ceux publiés depuis par MM. Günther, Vinciguerra, Steindachner, Perugia, joints aux nouveaux matériaux dont j'ai pu disposer, permettent de reconnaître à Bornéo 322 espèces de Poissons dulçaquicoles. Ce nombre doit, sans aucun doute, être considéré comme encore inférieur à la réalité, car, en dressant la liste des points où des récoltes ont été faites, on est frappé de voir quelle surface de la grande île reste inexplorée, combien sont restreints les territoires où les recherches ont été quelque peu complètes. Une trentaine de localités ont pu être relevées : plus de la moitié appartiennent à la partie ouest, aux bassins du Sambas et du Kapoas surtout, un cinquième à la partie sud-est; nos connaissances pour la faune ichthyologique à l'est, au nord et au nord-ouest se réduisent à quelques stations isolées, desquelles ne sont venues qu'un très petit nombre d'espèces, sauf peut-être pour le bassin du Sarawak, exploré par MM. le marquis G. Doria et le D^r Beccari, mais on n'a publié qu'incomplètement les résultats de ce voyage. La plus grande partie de cette vaste contrée restée donc inconnue et ce qui en a été étudié l'a été d'une manière très inégale. Ainsi, sur les 322 espèces, 230 (73 pour 100) se rencontrent dans la partie ouest, 179 (56 pour 100) dans la partie sud-est; pour les trois autres, les chiffres sont insignifiants, 2 espèces pour la partie est, 7 pour la partie nord, une trentaine pour la partie nord-ouest.

» Malgré l'imperfection de nos connaissances, il est cependant déjà permis de penser que la faune ichthyologique de Bornéo doit être regardée comme homogène, et se rapproche, dans son ensemble, de la faune indo-malaise.

» Pour ce qui regarde le premier point, si nous comparons les parties ouest et sud-est, de toutes les mieux étudiées, on trouve que 106 espèces, soit plus d'un tiers du nombre total et près de moitié des espèces citées dans la première région, où ce nombre est le plus grand, sont communes à l'une et à l'autre. Les 2 espèces de la partie est et

4 sur les 7 de la partie nord, se rencontrent également dans les précédentes, toutes appartenant à la faune indo-malaise. Enfin pour la partie nord-ouest, très rapprochée, il est vrai, de la partie ouest, 20 espèces, soit environ les deux tiers, se retrouvent dans les deux régions typiques. Ces observations tendent à faire admettre que les populations des différents bassins offrent un facies commun. La chose n'est pas moins évidente, sans entrer ici dans de plus grands détails, si l'on a égard non plus à l'ensemble de la faune, mais à certaines familles : *Siluridæ, Cyprinidæ, Labyrinthicidæ, Ophicephalidæ;* plus spécialement caractéristiques des eaux douces.

» Quant aux rapports généraux de cette faune avec celles des contrées voisines, point déjà discuté en 1867 par M. Ed. von Martens, nos études confirment, en les étendant, les idées émises par ce zoologiste.

» Nous trouvons aujourd'hui que sur les 322 espèces, en en déduisant 72 (22 pour 100) spéciales à la grande île, 126 (39 pour 100) existent sur d'autres points de l'archipel malais occidental, 112 (35 pour 100) à la fois dans ces îles et sur le continent, enfin un petit nombre, 12 (4 pour 100), ne sont jusqu'à présent connues que de ce dernier. En faisant porter la comparaison sur les familles données plus haut comme caractéristiques, le résultat est encore plus démonstratif puisque, sur les 176 espèces qu'elles renferment, 18 pour 100 seraient spéciales, 57 pour 100 ont été signalées sur d'autres points de l'archipel, 22 pour 100 se trouvent en même temps sur le continent asiatique, 3 pour 100 sur ce dernier et à Bornéo.

» Parmi les espèces spéciales, un grand nombre appartiennent à des genres représentés par des espèces équivalentes dans les autres parties de la région indo-malaise; quelques genres cependant, 8 sur 43, ne sont connus que de cette île; 2 appartiennent aux Siluroïdes (*Diastatomycter, Breitenstenia*), 4 aux Cyprinoïdes (*Oxybarbus, Rasborichthys, Gastromyzon, Eucirrhichthys*), 1 aux Clupéoïdes (*Clupeoides*), 1 aux Gobioïdes (*Tripauchænichthys*).

» C'est au reste dans ces quatre familles, surtout dans les deux premières, qu'il faut chercher la caractéristique de la faune, car elles comprennent entre elles toutes 206 espèces, bien près des deux tiers de la population totale des eaux douces.

» La comparaison avec les terres situées à l'est de Bornéo offre plus d'incertitudes, par suite de l'insuffisance des documents relatifs à cette partie de leur faune ichthyologique. Ainsi, pour ne parler que des points où l'importance des cours d'eau et des lacs intérieurs doit faire présumer qu'il existe en nombre des poissons dulçaquicoles, 28 seulement de ceux-ci sur 762 espèces sont cités de Célèbes, 25 sur 292 des Philippines, aucun n'est connu de Palawan. Tout ce que l'on peut conclure de données aussi incomplètes, c'est que, jusqu'ici, l'absence des *Cyprinidæ* sur la première

de ces îles l'éloigne de la faune indo-malaise, tandis que, trois espèces de ce groupe existant aux Philippines, ce fait établit une relation importante entre la faune de cet archipel et celle de la région orientale, par suite avec Bornéo. »

BOTANIQUE. — *Moyen d'assurer et de rendre très hâtive la germination des vignes*. Note de M. **Gustave Chauveaud**, présentée par M. Duchartre.

« Ne réussissant pas à faire germer des graines de *Vitis rupestris*, placées depuis deux mois dans une étuve à 27°, j'essayai de faciliter la pénétration de l'eau dans les parties profondes de la graine, ainsi que le font les pépiniéristes dans certains cas.

» Pour cela, prenant d'autres graines de la même provenance (¹), je les divisai en trois lots, destinés à être traités comparativement.

» Sur les graines du premier de ces lots, j'enlevai la portion du tégument correspondant à l'extrémité supérieure renflée, et sur celles du deuxième la portion recouvrant l'un ou l'autre flanc de l'extrémité inférieure ou bec. Les graines ainsi préparées furent semées dans l'étuve à 27°. L'eau, imbibant l'albumen des unes comme celui des autres, pénétrait facilement jusqu'à l'embryon. Au bout de quelques semaines, la décomposition intervint, rendant désormais impossible la germination qui ne s'était pas encore manifestée.

» Sur les graines du troisième lot, je décortiquai la pointe du bec, mettant à nu la portion de l'amande qui contient la radicule. Les graines traitées de cette façon furent à leur tour placées dans la même étuve que les précédentes. Le dixième jour ne s'était pas encore écoulé que plusieurs d'entre elles commencèrent à germer, leur radicule pointant en dehors sans rencontrer d'obstacle.

» Ainsi, la décortication de la pointe du bec, non seulement assurait la germination, rebelle auparavant, mais encore l'accélérait beaucoup, puisque celle-ci ne commence à se produire, dans les conditions ordinaires, que vers le trentième jour.

» En employant ce procédé, je pus faire germer rapidement des graines provenant, soit d'espèces typiques (*V. riparia*, *V. Berlandieri*), soit de variétés (Chasselas blanc) ou même d'hybrides (Champin) (²).

(¹) Ces graines ont été récoltées par mon collaborateur, M. D. Bethmont, dans son champ d'expériences de La Grève (Charente-Inférieure).

(²) Ces dernières graines, envoyées d'Amérique par M. Thomson, avaient été conservées depuis trois ans sur une étagère du laboratoire au Muséum.

» Bien plus, en élevant la température de l'étuve, sans immersion préalable dans l'eau ou dans les liquides chlorés, je parvins à obtenir, dès le troisième jour, la germination des différentes graines de Vigne ainsi décortiquées.

» On admettait généralement que, pour hâter la germination des graines à noyau osseux, il suffit de faciliter à l'eau l'accès de leurs parties profondes. La comparaison des résultats précédents montre qu'il est surtout efficace de supprimer en même temps l'obstacle qui s'oppose à la sortie de la plantule. »

GÉOLOGIE. — *Sur la structure des Alpes françaises*. Note de M. **Marcel Bertrand**, présentée par M. Daubrée.

« Les études que je poursuis depuis quatre ans en Maurienne et en Tarentaise m'avaient amené d'abord à adopter pour les *schistes lustrés* les conclusions de nos confrères italiens, et à les considérer comme paléozoïques. J'ai trouvé cette année des coupes décisives qui forcent à revenir à l'ancienne opinion de Lory, et à attribuer ces schistes au Trias, ou même partiellement au Lias. Les preuves, que je donnerai autre part, se lient intimement à des conclusions générales sur la structure de la région étudiée, conclusions qui s'étendent même, je crois, à toute la chaîne. Ce sont elles que je désire ici brièvement exposer.

» 1° *Les Alpes françaises sont construites en éventail.* La bande de terrains houillers, qui va de Bourg-Saint-Maurice à Briançon, est le centre de l'éventail. Sur ses bords, il y a de part et d'autre comme une étroite zone frontière, dans laquelle le sens du renversement est indécis; mais une fois cette frontière passée, tous les plis de l'est se couchent vers l'Italie et tous les plis de l'ouest se couchent vers la France ([1]).

» Les exceptions à cette règle, telles que l'éventail du mont Blanc et du Saint-Gothard, sont peu nombreuses et accidentelles; je crois qu'on pourrait, à côté des coupes classiques de ces massifs qui montrent la structure

([1]) C'est grâce à cette structure en éventail que l'âge relativement récent des schistes lustrés peut être démontré. Dans presque toute la zone d'extension de ces schistes, les superpositions ne prouvent rien, parce que *la structure est monoclinale*. Heureusement il est resté quelques grands paquets sur le sommet de l'éventail. Là non seulement la superposition s'impose avec évidence, mais elle ne peut recevoir d'autre explication qu'une postériorité d'âge.

en éventail, en citer d'autres parallèles où elle fait défaut. Ces exceptions se produisent d'ailleurs seulement sur le bord des massifs amygdaloïdes dont je parlerai tout à l'heure ([1]).

» Vers le nord-est, en arrivant à la frontière, la zone centrale de l'éventail s'élargit considérablement et *embrasse tout le massif du mont Rose;* dans cette zone élargie, il n'y a pas de sens déterminé pour l'inclinaison des plis.

» Au sud, la zone subit un changement plus extraordinaire; au lieu d'être occupée, comme cela semble naturel, par les terrains les plus anciens dressés en anticlinal, elle est occupée par les terrains les plus récents, par les couches du Nummulitique et du Flysch. *La zone centrale est marquée, au moins géologiquement parlant, non plus par une saillie, mais par un creux.* Une Note préliminaire de MM. Kilian et Hang nous a appris qu'il semblait y avoir dans cette nouvelle région (bande nummulitique de l'Ubaye) des accidents tout à fait uniques dans les Alpes, des plis couchés antérieurs à l'Éocène. Peut-être ces accidents pourront-ils être mis en rapport avec l'énorme et brusque abaissement de la zone centrale de l'éventail. En tout cas la bande éocène, au point de vue de l'inclinaison des plis, joue bien certainement le même rôle que la bande houillère; tous les plis à l'ouest se couchent vers la France; tous ceux de l'est se couchent vers l'Italie. Plus loin seulement, le massif du Mercantour, surgissant à l'intérieur de la bande éocène, marque un retour momentané à une forme nettement anticlinale. Je crois probable, par comparaison avec les plis dont le tracé est connu dans l'intervalle, que le centre de l'éventail alpin correspond exactement au centre de l'éventail pyrénéen.

» 2° Le dessin des plis, dans cette partie des Alpes, montre *une structure amygdaloïde* ou *en chapelets*, c'est-à-dire que ces plis, suivant dans leur ensemble la direction de la chaîne, s'ouvrent de place en place autour de lentilles elliptiques, accidentées elles-mêmes de nouveaux plis, qui ont la même direction, mais ne se prolongent pas au delà de la lentille. Le réseau présente ainsi une série de nœuds et de ventres; on peut comparer cette structure à celle des feuillets d'un gneiss amygdaloïde, dans lequel

---

([1]) Il y aurait, il est vrai, une exception importante si les massifs des Annes, du Chablais, du Faulhorn et du pli nord du Glaris sont, comme on l'a soutenu le plus généralement, de véritables massifs anticlinaux. Cette exception disparaîtrait si ces massifs sont des *masses de recouvrement*. Grâce aux travaux de M. Schardt, l'attention est définitivement appelée sur cette question, qui, je crois, ne peut maintenant manquer d'être prochainement résolue.

les feuillets s'infléchissent tout autour des gros noyaux de quartz et de feldspath.

» Pour donner une idée de l'importance de ces lentilles, je citerai d'abord l'exemple du mont Blanc, qui n'est tout entier qu'un immense noyau surgissant au milieu d'un synclinal liasique, qui se referme autour de lui. Dans la région que j'ai plus particulièrement étudiée, la Vanoise, le mont Pourri, avec l'Aiguille du Midi, le massif du petit mont Cenis, et probablement celui du grand Paradis, doivent leur existence à un phénomène semblable; d'un autre côté, le massif de la grande Sassière, celui de la Sana, sont dus à des élargissements brusques de synclinaux; au lieu des terrains plus anciens, ce sont les terrains plus récents qui s'y trouvent développés; mais le réseau des plis s'infléchit de même autour de ces élargissements, il s'ouvre et se referme autour d'eux.

» Je ne crois pas qu'on ait, au moins sur un grande échelle, rien signalé encore de semblable à cette *structure amygdaloïde*, si ce n'est peut-être la région cristalline du lac des Bois en Amérique. M. Lawson tire de cette structure un de ses arguments pour conclure que les noyaux, formés de gneiss granitoïdes, ont une origine éruptive. Sans contester pour cela les conclusions de M. Lawson, on peut inférer de la structure de nos Alpes que cet argument, s'il était seul, serait sans valeur.

» 3° Enfin une dernière conclusion est la généralisation de celle que M. Termier a déjà tirée de l'étude de la Vanoise : *à l'est de la bande houillère, le métamorphisme va en croissant de l'ouest à l'est*. Je suis arrivé, comme M. Termier l'a fait pour la Vanoise, à rattacher avec certitude au Permo-houiller les anciens gneiss chloriteux et micaschites du mont Pourri, du petit mont Cenis, et ceux du val Grisanche, continuation des *Casanna Schiefer* de Gerlach. La plupart des mêmes arguments s'appliquent aux gneiss œillés du Grand-Paradis, c'est-à-dire à ceux qu'on a désignés sous le nom de *gneiss central;* ce serait un dernier terme du même métamorphisme. Il est à remarquer que dans certains massifs comme la Dent Blanche ou le mont Rose, on voit, d'après Gerlach, sortir en anticlinal de dessous ces gneiss (ou schistes de Casanna) des gneiss plus anciens, qui sont alors percés de nombreux filons granitiques, tandis que ces filons font absolument défaut dans les massifs précédemment cités : c'est là certainement un nouvel argument. Nulle région en tout cas n'offre un champ plus favorable à la continuation des études micrographiques, si brillamment commencées par M. Termier dans la Vanoise; il est à espérer qu'on pourra suivre, dans la formation et dans l'agencement des minéraux, tous les passages jusqu'à

ce qu'on est convenu aujourd'hui d'appeler de *vrais gneiss*. Je reconnais que la démonstration n'est pas encore faite, mais à mes yeux les arguments actuels suffisent déjà à rendre la solution plus que probable : toute cette région des Alpes a été pendant les époques houillère, permienne, triasique et probablement même pendant le Lias, le siège d'une sédimentation active et continue, et les actions postérieures qui ont ramené au jour ces sédiments anciens les ont transformés assez complètement pour en faire, au moins partiellement, de véritables gneiss.

» Cette conclusion est d'ailleurs analogue à celles que von Lossen a établies pour l'ancienne chaîne hercynienne, où le Dévonien, dans une zone également centrale, mais plus rapprochée du versant sud, prend la forme de micaschistes et de gneiss; il convient aussi de rappeler que M. Suess avait, dès 1869, fait un rapprochement sensible entre certains gneiss des Alpes carniques et les Casanna Schiefer, en les attribuant les uns et les autres au Permien.

» Je répète, d'ailleurs, qu'en faveur de cette dernière conclusion, au moins sous sa forme généralisée, on peut donner seulement des arguments et non encore des preuves; il y a donc lieu de la séparer des deux premières, qui me paraissent définitivement établies. »

GÉOLOGIE. — *Sur les lois des plissements de l'écorce terrestre.* Note de M. **Zürcher**, présentée par M. Daubrée.

« La connaissance de la structure de détail d'une portion suffisamment étendue de la région subalpine comprise entre Digne et Toulon vient de me permettre de vérifier sur le terrain et de préciser encore un certain nombre de lois auxquelles obéissent les plissements de l'écorce terrestre, lois dont la première idée me fut suggérée par l'allure des plis des étoffes, que j'indiquais ensuite dans un essai publié antérieurement (¹), et que j'ai pu corroborer par des expériences que je continue et qui feront plus tard l'objet d'un travail spécial.

» Le premier résultat de cette vérification peut s'énoncer ainsi : *La plupart des lois du plissement de l'écorce terrestre sont identiques à celles du plissement d'une masse de faible épaisseur par rapport à sa superficie et ne présentant pas de variations brusques de forme et de rigidité, même quand la*

(¹) *Feuille des jeunes naturalistes*, septembre et décembre 1891.

différence d'échelle est telle que la masse considérée puisse être une simple membrane.

» Le principe fondamental est celui-ci : L'observation comme l'expérience démontrent ce fait d'ailleurs très rationnel que dans une masse qui se plisse sous des forces tangentielles, il y a décomposition des efforts d'ensemble en un certain nombre d'efforts élémentaires sous l'effet desquels les plissements commencent à se former en constituant autant de faisceaux de plis partant chacun d'un centre spécial de plissement, et se propageant ensuite suivant des directions d'autant plus exactement rectilignes et perpendiculaires à l'effort produisant le plissement que la masse à plisser aura présenté une plus grande homogénéité de résistance; et, inversement, d'autant plus grossièrement rectilignes et éloignés de cette direction normale que cette masse aura été moins homogène. Dans chaque faisceau, les plis ont ainsi chacun un point d'origine et une ligne de propagation, puis naturellement une fin.

» Pour préciser le langage, j'appelle *pli* tout court un pli anticlinal, dont la forme offre une certaine prédominance sur la forme inverse ou synclinale. En considérant alors deux faisceaux voisins, on voit que, soit qu'une portion non plissée subsiste entre les deux faisceaux, soit que ces deux faisceaux soient arrivés à se rencontrer en tout ou en partie, un pli ne peut se terminer que de quatre façons différentes : 1° en se perdant par atténuation graduelle dans une région non plissée; 2° en se terminant de la même manière au milieu des plis du faisceau voisin; 3° en se raccordant avec un pli du faisceau auquel il appartient; 4° enfin en se raccordant avec un pli du faisceau voisin.

» La fin d'un pli par atténuation graduelle dans une région non plissée est facile à concevoir. Le même phénomène, se produisant dans une région déjà plissée, présente des caractères dignes de quelques remarques. L'observation permet, en effet, de constater que, dans les régions fortement plissées, il est très rare que deux plis se croisent; c'est dans la grande majorité des cas un raccordement entre les plis, ou un arrêt brusque de l'un d'eux, qui se produit à la rencontre.

» Les travaux d'Hébert (¹), de M. Dollfus (²) et de M. Bertrand (³) permettent de penser qu'il en est autrement dans les régions de faible

(¹) *Annales des Sciences géologiques*, t. IV, *fig.* 4.
(²) *Bull. carte géol. de France*, t. II, n° 14.
(³) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 3ᵉ série, t. XX, p. 118 et suiv.

plissement, où les plis des faisceaux pourront se croiser et finir ensuite par effacement graduel.

» Les éléments qui jouent le plus grand rôle dans la façon suivant laquelle un pli peut se raccorder avec un autre sont les directions respectives des plis, et surtout le sens relatif de leur dissymétrie (1). Je suis arrivé à formuler à ce sujet des règles simples et rationnelles, que j'ai pu vérifier sur le terrain par des exemples bien nets, et qui, avec la notion des faisceaux, suffisent pour rendre compte de presque tous les détails des dislocations de la région que j'ai étudiée, et en particulier de la *sinuosité* apparente de certains plis. Ces règles permettent aussi de répartir les plis suivant leur division probable en faisceau. Je dis presque tous, parce qu'il y a lieu de tenir compte encore des considérations suivantes pour justifier certains faits d'observation des plus importants.

» Les dislocations primordiales, formation des faisceaux et enchevêtrement des plis, peuvent évidemment avoir eu pour effet de soumettre les portions de la masse à plisser à des efforts secondaires de diverses natures. Suivant que ces efforts se seront traduits par des forces tangentielles, ou par des actions de sens différent, il pourra s'être produit, soit, dans le premier cas, des plis secondaires susceptibles de jouer un rôle dans la structure finale, ou surtout des ruptures ou des étirements, c'est-à-dire tout le cortège si curieux des accidents qui accompagnent les plis et en suivent les tracés; soit, dans le second cas, des dislocations n'ayant pas pour effet de modifier les dimensions horizontales, comme celles produites par une simple torsion [champ de fractures de Banon, étudié par M. Kilian (2)].

» On peut résumer ainsi ce que je viens d'exposer :

» Il est possible, en général, de diviser les plis d'une région plissée en *faisceaux de plis ayant pour origine un même effort élémentaire.*

---

(1) Les expériences de M. Daubrée sur la flexion d'une lame d'épaisseur non uniforme ont montré que le sens de la dissymétrie d'un pli est celui suivant lequel s'accroît la *facilité de flexion* de la masse à plisser. Or les variations de cette facilité de flexion, qui dépend de la *nature* et de la *forme* de ladite masse, sont en général *continues*, et par suite le sens de la dissymétrie devra varier également d'une façon continue, de telle sorte que l'on devra voir les plis former des séries présentant chacune une dissymétrie uniforme.

(Plis en éventail, *schuppenstructur*; triple alternance de plis successivement déversés vers le nord et vers le sud entre Toulon et Digne.)

(2) *Description géologique de la montagne de Lure* (*Annales des Sciences géologiques,* t. XIX-XX).

» Dans ces faisceaux, les plis sont, en général, *ou bien tous de même dissymétrie, ou bien classés par groupe de plis déversés dans le même sens.*

» Les plis des divers faisceaux qui ne se terminent pas par effacement graduel se raccordent avec d'autres plis suivant des règles simples *dépendant des directions et des dissymétries relatives des plis aux points où ils se rencontrent.*

» Ces phénomènes primordiaux produisent des efforts secondaires qui sont l'origine de phénomènes de deuxième ordre, *plis secondaires, failles de toutes natures liées aux plis, accidents de torsion, etc., des portions non plissées.* »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La température de la haute atmosphère.* Note de M. **Gustave Hermite.**

« Les résultats des observations météorologiques faites par M. Vallot au mont Blanc ([1]) présentent un très grand intérêt. Nous nous permettons cependant de ne pas nous associer aux conclusions que M. Angot croit pouvoir tirer de ces observations pour la détermination de la température à la limite de l'atmosphère, qui serait seulement de — 45°C. Il est évident en effet, ainsi que l'a fait remarquer M. Janssen, que le voisinage de la montagne influe d'une manière considérable sur la température de l'air. L'observatoire que M. Janssen vient d'établir sur le sommet même du mont Blanc sera, par sa position, moins sujet à cette cause d'erreur, mais elle existera quand même et il faudra bien se garder de tirer des conclusions pour des altitudes plus élevées ([2]).

» Nous nous permettons de donner ici les principaux résultats de deux ascensions à grande hauteur, par ballon non monté, que nous avons effectuées, M. Besançon et moi, pendant le courant de l'année 1893. La première expérience eut lieu le 21 mars (*Comptes rendus*, 10 avril 1893).

» Le ballon *l'Aérophile,* en baudruche triple, cubant 113^{m}, gonflé au gaz de l'éclai-

---

([1]) *Comptes rendus*, 4 décembre 1893.

([2]) Ne pourrait-on pas adjoindre aux instruments de cet observatoire un très petit ballon captif, gonflé à l'hydrogène, que l'on apporterait au sommet, emmagasiné sous pression dans des tubes d'acier. Ce ballon servirait à enlever à quelques centaines de mètres au-dessus du sommet, par temps calme, des appareils enregistreurs légers, qui, ainsi abrités du voisinage des masses terrestres, indiqueraient plus exactement la température de l'atmosphère à ces altitudes élevées.

rage, partait de Paris à 11^{h} du matin, par un temps magnifique, emportant un barothermographe construit spécialement et vérifié avec le plus grand soin. Il descendit, après sept heures de voyage, à Chanvres, près Joigny (Yonne), rapportant le barothermographe intact.

» D'après les diagrammes, *l'Aérophile* atteignit une dépression barométrique de 103^{mm} de mercure, soit une altitude de 16000^{m} d'après la formule de Laplace. Le diagramme thermométrique s'était interrompu plusieurs fois, par suite de la congélation de l'encre; cependant on note, à la pression de 160^{mm} de mercure, soit 12500^{m}, une température de — 51° centigrades. La température à 16000^{m} est restée malheureusement inconnue, par suite de cette congélation; cependant on observe, à 6^{h}11^{m} du soir, *au moment même du coucher du soleil*, une température de — 47°; à ce moment, le ballon, qui est en descente, est à 9500^{m} de hauteur.

» Le thermomètre à terre marquait + 17°, ce qui fait une différence de température de 68° pour 12500^{m} de hauteur.

» La deuxième ascension de *l'Aérophile* a eu lieu le 17 septembre, mais fut moins fructueuse, quoique tous les soins eussent été pris pour en assurer le succès.

» Une encre spéciale avait été préparée par les frères Richard (ne se congelant qu'à — 80° centigrades) et le baro-thermographe en aluminium, commandé à ces habiles constructeurs, était une véritable merveille de légèreté et de précision.

» Le baromètre pouvait marquer jusqu'à 20 000^{m} et le thermomètre avait été vérifié et gradué jusqu'à — 83° centigrades, à l'aide du froid produit par l'évaporation de l'acide carbonique liquide. Cet appareil était protégé de la radiation solaire par un tube de papier argenté, à l'intérieur duquel il était suspendu élastiquement.

» Dans l'intérieur du ballon, nous avions disposé quatre thermomètres, dont un enregistreur, afin de connaître les variations de température du gaz et de déterminer par ce moyen l'intensité du rayonnement solaire en haute région.

» Le ballon, gonflé au gaz de l'éclairage, partit de l'usine à gaz de la Villette à onze heures précises du matin, par un temps couvert et une pluie battante. Le vent soufflait du sud-ouest.

» Il fut retrouvé dans la soirée en Allemagne, à Graffenhausen (Forêt Noire), à 450^{km} dans le sud-est de Paris.

» La durée du voyage, indiquée par les enregistreurs, a été de 5^{h}22^{m}, ce qui fait une vitesse moyenne de 84^{km} à l'heure.

» Par une cause restée inexpliquée, l'encre des enregistreurs n'a pas marqué dans la phase d'altitude maximum, nous laissant dans l'ignorance sur l'altitude maximum atteinte par le ballon. Cependant, tout nous porte à croire que l'altitude atteinte n'a pas été aussi élevée que la première fois; en effet, l'inspection du diagramme, fourni par le thermographe suspendu dans l'intérieur du ballon, nous démontre que la température du gaz n'a pas dépassé + 17° centigrades. Or, si le ballon avait vu le soleil, la température intérieure aurait été beaucoup plus élevée.

» D'après cette indication, le ballon surchargé d'humidité n'a pas dû dépasser les nuages et a dû s'arrêter entre 11000^{m} et 12000^{m} d'altitude. Le diagramme baromé-

trique, s'arrête brusquement à l'altitude de 8600^m, indiquant une vitesse ascensionnelle moyenne de 7^m par seconde, et le diagramme ne reprend plus qu'à la descente à 4000^m de hauteur à cinq heures du soir, indiquant une vitesse moyenne verticale de 2^m par seconde.

» Quant au diagramme thermométrique, il s'interrompt à la température de $-41°$ et l'obliquité constante du trait indique un refroidissement rapide : l'altitude correspondante devait être de 10000^m environ. »

» Tels sont les résultats, bien maigres, il est vrai, de ces deux expériences qu'il serait intéressant de pouvoir renouveler. Elles démontrent que la température, dans les hautes régions de l'atmosphère, est beaucoup plus basse que ne l'indique la théorie de M. Angot. Peut-être la température, à la limite de l'atmosphère, est-elle très voisine de $-273°$. »

M. **Al. Mac Dowall** adresse un diagramme montrant la correspondance entre la courbe des taches solaires et la courbe des températures moyennes du premier quart de l'année à Paris, rectifiée par les calculs de cinq années. Il fait observer que la correspondance est particulièrement remarquable pour les maxima. Il a trouvé que la courbe de Greenwich, depuis 1881, offre une correspondance encore plus accusée.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. M. B.

ERRATA.

(Séance du 8 janvier 1893.)

Note de M. *Jules Andrade*, Thermodynamique des gaz :

Page 64, équations (2), *au lieu de* $U = \theta\omega \log v + \varphi'(\theta)$, *lisez* $U = \theta\omega \log v + \varphi(\theta)$.
Page 65, ligne 11, *remplacer* l'équation non homogène par celle-ci :

$$\frac{T}{T_0} = \frac{H + AR\theta}{H + AR\theta_0}.$$

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 JANVIER 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur les travaux de A. Scacchi ; par M. **Des Cloizeaux**.

« Arcangelo Scacchi, Correspondant de la Section de Minéralogie depuis 1887, naquit en 1810 à Gravina, terre de Bari, en Sicile. Il est mort à Naples, le 11 octobre 1893. Pendant de longues années, Scacchi professa la Minéralogie à l'Université de Naples et il fut l'un des plus actifs et des plus éminents membres de l'Académie des Sciences de cette ville. En 1875, il fut nommé membre de l'Académie des Lincei.

» Sa carrière scientifique a été tout entière consacrée à des travaux de Cristallographie minéralogique ou chimique et de Géologie.

» A partir de 1842, il a fait paraître une nombreuse série de Mémoires dont la plupart ont été insérés dans les *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences de Naples ou de l'Académie des Lincei.

» Vivant au pied du Vésuve, il a tiré de ce gigantesque laboratoire la matière de volumineux et intéressants rapports sur les conditions géologiques de ses diverses éruptions depuis l'année 1845 et une profusion de composés, nouveaux pour la plupart, d'une constitution chimique souvent fort inattendue, dont la description est venue enrichir la nomenclature chimique. Un catalogue complet de ces minéraux a été publié en 1887.

» Tous les minéralogistes et les géologues qui, depuis un demi-siècle, ont visité le Vésuve, connaissent la magnifique collection de l'Université de Naples, commencée par les soins des Monticelli, des Gismondi, etc., et enrichie chaque année par les découvertes incessantes de Scacchi, soit à la Somma, soit au Vésuve.

» Parmi les nombreuses espèces qui constituent cette collection, nous nous contenterons de citer : deux nouveaux sulfates anhydres de cuivre, observés au Vésuve en 1855 et 1870; un nouveau chlorure de potassium et de fer; un chlorure de calcium anhydre; un sulfate de cuivre et de magnésie à 7 équivalents d'eau, isomorphe du sulfate de fer; un chlorure de fer hydraté; un chlorure de magnésium; un chlorure d'aluminium, etc.

» En 1881, Scacchi a décrit des noyaux de fluorine et de calcaire, rejetés par de petits volcans ayant produit les tufs de Sarno et de Nocera en Campanie. Ces volcans fluorifères, qui avaient passé complètement inaperçus jusque-là, ont fourni de nombreux silicates et des fluorures dont le plus remarquable est la *nocérine*, fluorure de calcium et de magnésium cristallisé.

» Indépendamment de ces travaux descriptifs, Scacchi a fait, dans le laboratoire, de longues et patientes recherches sur les cristaux hémièdres, sur la transformation des cristaux d'azotate de strontiane hydraté en cristaux anhydres et réciproquement, sur les tartrates de strontiane et de baryte, sur le paratartrate ammonico-sodique, etc., et sur la *polyédrie* des faces des cristaux. Il avait donné le nom de polyédrie à la variation plus ou moins considérable que les faces des cristaux sont susceptibles de présenter dans leur position, fixée théoriquement par les lois de la Cristallographie. Ces variations lui paraissaient être en rapport avec l'hémiédrie, avec les *macles*, avec les angles très obtus des cristaux, la lenteur ou la rapidité de leur accroissement et elles se manifestent par la courbure des faces ou par certaines lignes saillantes qu'il est très facile de remarquer sur la galène et sur la fluorine, par exemple, où elles sont très habituelles.

» Depuis, l'étude des caractères optiques a montré que le phénomène

de la polyédrie était surtout fréquent dans les cristaux pseudocubiques et dans ceux dont l'enveloppe extérieure offre une symétrie plus grande que celle des particules qui forment leur assemblage.

» A propos des recherches sur les relations qui peuvent exister entre les groupements des cristaux et leur accroissement, Scacchi a traité de nouveau la question du *dimorphisme,* si souvent agitée entre les chimistes et les minéralogistes. A la suite de ses nombreuses expériences, il a proposé de donner le nom de *polysymétrie* au phénomène que présentent des cristaux d'une même substance, de types différents, lorsque, leurs parties géométriquement semblables n'ayant pas les mêmes propriétés physiques, ils offrent une différence dans leur symétrie. Les caractères géométriques des lévo et dextro-tartrates peuvent être cités comme appartenant à la polysymétrie. Le nom de dimorphisme ou polymorphisme est alors restreint au cas des cristaux d'une même substance qui n'ont aucun caractère géométrique semblable. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Intégration de l'équation du son pour un fluide indéfini à une, deux ou trois dimensions, quand il y a diverses résistances au mouvement : conséquences physiques de cette intégration;* par M. J. **Boussinesq.**

« I. Passons maintenant [1] au cas plus difficile d'un milieu à trois dimensions, où l'équation à intégrer est

$$(12) \qquad \frac{d^2 u}{dt^2} = \frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dy^2} + \frac{d^2 u}{dz^2} \pm 4k^2 u.$$

» Introduisant encore une variable, r, de plus que celles qui sont imposées, sous la réserve de lui attribuer finalement la valeur zéro, nous supposerons la fonction u dépendante non seulement du temps t, mais aussi des quatre variables x, y, z, r, de manière à pouvoir regarder l'équation (12) comme résultant des deux équations simultanées, *que nous savons intégrer séparément,*

$$(13) \qquad \frac{d^2 u}{dt^2} = \frac{d^2 u}{dr^2} \pm 4k^2 u, \qquad \frac{d^2 u}{dr^2} = \frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dy^2} + \frac{d^2 u}{dz^2}.$$

» Alors, en vertu de la première (13) et de la formule précédente (11)

[1] Voir le précédent *Compte rendu*, p. 162.

qui est son intégrale, l'expression générale de u sera, si nous appelons $f(x, y, z, r)$, $F(x, y, z, r)$ les valeurs initiales respectives de cette fonction et de sa dérivée en t,

$$(14)\quad \left\{ \begin{aligned} u = \frac{1}{2}\frac{d}{dt}\int_{-t}^{t} f(x,y,z,r+\tau)\,U(k^2t^2-k^2\tau^2)\,d\tau \\ +\frac{1}{2}\int_{-t}^{t} F(x,y,z,r+\tau)\,U(k^2t^2-k^2\tau^2)\,d\tau. \end{aligned} \right.$$

» Nous disposerons donc de ce que les fonctions $f(x, y, z, r)$, $F(x, y, z, r)$ se trouvent données seulement quand $r = 0$, alors qu'elles se réduisent à $\varphi(x, y, z)$ et à $\Phi(x, y, z)$, pour les faire varier avec r de manière que u, s'il est possible, vérifie aussi la seconde équation (13). Cette équation, identique à (1) sauf le changement de t en r, doit, dès lors, s'appliquer en particulier pour t infiniment voisin de zéro et régir, par conséquent, les fonctions d'état initial $f(x, y, z, r)$, $F(x, y, z, r)$. Celles-ci auront donc comme expressions, d'après l'intégrale générale (2) de (1), où r remplacerait t,

$$(15)\quad \left\{ \begin{aligned} f(x,y,z,r) = \frac{1}{4\pi}\frac{d}{dr}\int_\sigma \varphi(x+r\cos\alpha, y+r\cos\beta, z+r\cos\gamma)\frac{d\sigma}{r}+\ldots, \\ F(x,y,z,r) = \frac{1}{4\pi}\frac{d}{dr}\int_\sigma \Phi(x+r\cos\alpha, y+r\cos\beta, z+r\cos\gamma)\frac{d\sigma}{r}+\ldots. \end{aligned} \right.$$

» Je me suis contenté de représenter par des points, dans chacune de ces formules, une intégrale définie de même forme que celle qui précède les points, mais non différentiée, comme elle, par rapport à r, et, par cela même, fonction impaire de r destinée à disparaître des résultats définitifs, tandis que le terme écrit est une fonction paire de r.

» Telles sont les expressions de f, F à porter dans (14), après y avoir remplacé r par $r + \tau$. Or la forme même, (14), de la valeur générale ainsi obtenue pour u, montre que les dérivées de u en x, y, z, r se calculeront par de simples différentiations, sous les signes $\int$, des facteurs $f(x, y, z, r+\tau)$, $F(x, y, z, r+\tau)$, relativement à leurs quatre variables respectives $x, y, z, r+\tau$. Et comme, d'après la relation que vérifient (15), les trois dérivées secondes directes ainsi obtenues en x, y, z auront pour somme la dérivée seconde directe prise par rapport à la quatrième variable $r+\tau$, la deuxième équation (13) se trouvera bien identiquement

satisfaite, tout comme la première (13). Donc l'équation proposée (12) ne le sera pas moins.

» N'ayant à faire usage de la solution (14) que dans le cas $r = 0$, il suffira de remplacer r par τ dans (15); et alors les termes de (15) non écrits explicitement, ou impairs par rapport à τ, donneront, dans les intégrations faites de $-t$ à t, des éléments deux à deux égaux et contraires, qui s'élimineront du résultat. Au contraire, les termes pairs écrits fourniront des éléments deux à deux égaux et de même signe; en sorte qu'il suffira d'intégrer de $\tau = 0$ à $\tau = t$, en doublant les sommes. Et il viendra, pour la solution demandée de (12),

$$(16)\quad \left\{\begin{aligned} u = {} & \frac{1}{4\pi}\frac{d}{dt}\int_0^t \mathrm{U}(k^2t^2 - k^2\tau^2)\,d\tau\,\frac{d}{d\tau}\int_\sigma \varphi(x+\tau\cos\alpha, y+\tau\cos\beta, z+\tau\cos\gamma)\frac{d\sigma}{\tau} \\ & + \frac{1}{4\pi}\int_0^t \mathrm{U}(k^2t^2 - k^2\tau^2)\,d\tau\,\frac{d}{d\tau}\int_\sigma \Phi(x+\tau\cos\alpha, y+\tau\cos\beta, z+\tau\cos\gamma)\frac{d\sigma}{\tau}. \end{aligned}\right.$$

» On voit qu'elle est exprimée par des intégrales triples, tout comme les solutions précédentes (7) et (11) l'étaient par des intégrales doubles et simples. La solution de l'équation (12) dépend donc d'intégrales définies d'un ordre de multiplicité égal au nombre des dimensions $x, y, \ldots$ du milieu.

» II. Les conséquences physiques les plus simples de l'intégration effectuée peuvent s'obtenir en faisant usage de la formule (16), même dans les cas où il y aurait moins de trois coordonnées; car alors, pour empêcher la fonction u de contenir certaines des variables x, y, z, il suffit d'admettre des données d'état initial où n'entrent pas les coordonnées analogues de la *région d'ébranlement*, c'est-à-dire des données pareilles soit tout le long des droites normales au plan des deux coordonnées subsistantes, soit sur toute l'étendue de chaque plan perpendiculaire à l'unique coordonnée introduite.

» Cela posé, considérant l'expression (16) de u au point quelconque (x, y, z) de l'espace, et appelant ξ, η, ζ les coordonnées d'un élément de la région d'ébranlement, demandons-nous à partir de quelle époque t les circonstances d'état initial qui concernent cet élément, ou représentées par les valeurs $\varphi(\xi, \eta, \zeta)$, $\Phi(\xi, \eta, \zeta)$, relatives au point (ξ, η, ζ), de φ et de Φ, commenceront à influer sur l'état physique u en (x, y, z). Il faudra évidemment, pour cela, et il suffira en général, qu'un point

$$(x+\tau\cos\alpha, y+\tau\cos\beta, z+\tau\cos\gamma)$$

des sphères sur lesquelles se font les intégrations $\int_\sigma$ dans (16) coïncide avec (ξ, η, ζ), ou que la distance du point (x, y, z) à l'élément (ξ, η, ζ) de la région d'ébranlement n'excède pas le plus grand rayon t de ces sphères.

» L'influence des circonstances initiales produites en (ξ, η, ζ) se propage donc, tout autour, avec la vitesse même, 1, du son, évaluée comme s'il n'y avait pas de résistances ou que l'on eût $k = 0$ dans l'équation (12). Mais, une fois qu'elle a commencé à se faire sentir quelque part, elle y persiste généralement durant un temps indéfini; car les sphères qui interviennent dans la formule (16) ont des rayons τ de toutes les grandeurs allant de o à t, et celle d'entre ces sphères qui, passant par (ξ, η, ζ), y a figuré une fois, ne cesse désormais de le faire, tout en ayant dans le résultat (16) une part variable avec le facteur $U(k^2t^2 - k^2\tau^2)$.

» Donc, en résumé, et comme l'a reconnu M. Poincaré pour les mouvements régis par la solution (11), les ondes élémentaires émanées de chaque point de la région d'ébranlement ont à leur avant un *front* nettement défini, animé de la vitesse ordinaire de propagation du son, mais, à leur arrière, une queue sans limite précise. Par suite, quand les ébranlements se répètent *à de très courts intervalles*, les mouvements successivement émis à partir d'un même endroit, ou par un même corps qui y vibre, se mêlent et se confondent en arrivant au point quelconque (x, y, z) de l'espace, puisque chacun d'eux y trouve des restes de ceux qui l'y ont précédé.

» Ainsi, il suffit, en général, de résistances comme celles que nous considérons, pour empêcher dans les mouvements transmis cette conservation au loin, que permet l'équation ordinaire (1) du son dans les milieux à une ou à trois dimensions, des particularités infiniment diverses affectant ces mouvements dès leur source d'émission et caractéristiques du corps qui la constitue : conservation vraiment merveilleuse et admirable, de la plus haute importance au point de vue psychologique, puisqu'elle fait, de la *vue* et de l'*ouïe*, c'est-à-dire de nos deux sens se rapportant à des phénomènes régis par l'équation (1), les sens *intellectuels* par excellence, aptes à nous procurer des sensations aussi variées que nettes et, par suite, à nous fournir les plus précises et les plus riches de nos connaissances sur l'Univers, en même temps que des signes assez distincts et assez nombreux pour nous permettre d'exprimer dans peu de temps ou sur de petits espaces, par la parole, l'écriture et le dessin, nos idées de toute nature [1]. »

---

[1] J'ai présenté, avec plus de détails, ces considérations de Philosophie naturelle,

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la propagation du courant dans un cas particulier.* Note de M. A. **Potier.**

« En traitant de la propagation des courants, certains auteurs ont introduit des coefficients λ, γ, dits de self-induction et de capacité par unité de longueur, dont on a peine à comprendre l'usage, leur définition supposant pour l'un λ, que le courant a partout la même intensité; pour l'autre γ, que l'électricité est en équilibre à la surface des fils, tandis qu'on prétend étudier un état du courant et une distribution des charges variables dans le temps et dans l'espace.

» Si l'on se place dans les conditions simples auxquelles j'ai fait allusion dans la précédente séance, conditions très voisines de celles de l'expérience, on peut se dispenser d'introduire ces coefficients. Soient i, q le courant et la densité linéaire de la charge en un point de la surface d'un conducteur cylindrique indéfini déterminé par son abscisse s et V le potentiel en un point de son intérieur, défini par son abscisse x. (Le système électromagnétique de mesures sera employé, et toute intégrale portant sur ds sera étendue au conducteur.)

» La force électromotrice induite est égale à la différence de potentiel; écrivant cette égalité pour les extrémités d'un élément dx à l'*intérieur* du circuit

$$-\frac{\partial}{dt}\int\frac{i\,ds}{r} = +\frac{\partial \mathrm{V}}{dx};$$

---

relatives à l'équation ordinaire du son, dans le Volume (de 1885) sur l'*Application des potentiels à l'équilibre et au mouvement des solides élastiques, etc.* (p. 339, 340, 696) et dans la partie consacrée au *Calcul intégral* du *Cours d'Analyse infinitésimale pour la Mécanique et la Physique* (Fascicule élémentaire, p. 204; *Compléments,* p. 448* à 451*). J'ai remarqué d'ailleurs, dans le même Volume de *Compléments* du *Calcul intégral* (p. 450*) et, antérieurement, à la p. 642 de l'*Application des potentiels, etc.*, que les ondes élémentaires régies par l'équation ordinaire du son, dans un milieu *plat* ou à *deux* coordonnées, laissent à leur suite un faible reste d'agitation, nuisible à la netteté de celles qui, supposées issues des mêmes centres, viendraient peu de temps après elles.

La limitation précise de chaque onde tant à son arrière qu'à son avant, dans un milieu homogène parfaitement élastique ayant longueur, largeur et profondeur, tient à cette circonstance assez particulière, que la solution générale des équations du mouvement s'y exprime, comme on le voit par la formule (2), au moyen d'*intégrales de surface* ou *doubles,* malgré les *trois* dimensions de l'espace où l'onde progresse.

mais, d'autre part,

$$\frac{\partial q}{dt} + \frac{\partial i}{dx} = 0,$$

donc ([1])

$$\frac{\partial}{dt^2}\int \frac{q\,ds}{r} = \frac{\partial^2 V}{dx^2};$$

mais dans le système électromagnétique

$$V = v^2 \int \frac{dm}{r} = v^2 \int \frac{q\,ds}{r}.$$

» Il reste donc l'équation bien connue

$$\frac{\partial^2 V}{dt^2} = v^2 \frac{\partial^2 V}{dx^2}.$$

» M. Poincaré ([2]) avait déjà indiqué cette équation, mais pour un fil de section circulaire seulement, et en admettant que le potentiel électrique est proportionnel au logarithme du rayon, ce qui n'est vrai que pour des charges uniformes.

» Le même raisonnement appliqué à un circuit courbe dont ds' serait un élément donnerait

$$\frac{\partial}{dt^2}\int \frac{q \cos\varepsilon}{r}\,ds = \frac{\partial^2 V}{ds'^2}.$$

On en déduira que la vitesse de propagation sera encore v, pourvu que les charges soient localisées; si elles n'occupent qu'une faible longueur à la surface du fil, q est nul dès que $\cos\varepsilon$ s'écarte de la valeur 1, et le premier membre se réduit à $\frac{1}{v^2}\frac{\partial^2 V}{dt^2}$. »

([1]) Parce que

$$\frac{\partial}{dx}\int i\frac{ds}{r} = \int i\frac{\partial}{dx}\left(\frac{1}{r}\right)ds = -\int i\frac{d}{ds}\left(\frac{1}{r}\right)ds = \int \frac{1}{r}\frac{di}{ds}ds = -\int \frac{1}{r}\frac{dq}{dt}ds.$$

([2]) *Électricité et Optique*, t. II, p. 201.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉODÉSIE. — *Anomalies de la pesanteur présentées par le continent nord américain.* Note de M. le commandant **Defforges**, présentée par M. Fizeau.

(Renvoi à la Section de Physique, à laquelle MM. Daubrée, Bouquet de la Grye et Bassot sont priés de s'adjoindre.)

« Les études entreprises sur la gravité, au Service géographique de l'armée, ont permis de formuler quelques lois expérimentales intéressantes, qui ont été soumises le 15 juillet 1893 au jugement de l'Académie par M. le Ministre de la Guerre.

» Il ressort, des mesures récentes et d'un certain nombre de mesures anciennes qu'on a pu rattacher avec certitude aux observations contemporaines, que le littoral d'une même mer paraît posséder une pesanteur caractéristique, dont la variation, le long de ce littoral, suit assez exactement la loi du sinus carré de la latitude, énoncée par Clairaut. Mais, d'un côté, les îles qui surgissent de la mer aux grandes profondeurs présentent un excès considérable de pesanteur, comme l'avaient fait supposer déjà les premières discussions des observations du pendule effectuées dans les anciens voyages de circumnavigation; et, d'un autre côté, sur les continents européen, africain et asiatique, on constate un défaut de la gravité qui semble, dans la distribution des masses de l'écorce terrestre, contrebalancer l'excès des îles de l'Océan.

» Il était intéressant d'étendre et de confirmer cette dernière loi, et de savoir si le continent américain présente effectivement, comme les autres continents, et à quel degré, cette anomalie négative de la pesanteur. Profitant d'un voyage de service aux États-Unis, j'ai pu, grâce aux fonds généreusement mis par l'Académie à ma disposition, exécuter, avec le pendule réversible inversable, des observations relatives de la pesanteur en sept stations du continent nord américain.

» En outre, à Washington, sur la demande courtoise adressée par M. le D[r] T.-C. Mendenhall, *superintendent* du *Coast and Geodetic Survey*, au général directeur du Service géographique de l'armée, j'ai mesuré la pesanteur absolue avec les pendules de Brunner.

» Les stations relatives ont été choisies de manière à faire ressortir au-

tant que possible l'anomalie continentale. Deux des stations, San-Francisco et Washington, sont situées au bord des Océans, et, à quelques degrés près, sous le même parallèle. Une station centrale, à Salt Lake City, non loin du grand lac Salé, occupe le point le plus bas du grand plateau compris entre les montagnes Rocheuses et la Sierra Nevada. Une autre station à l'observatoire récemment fondé de Denver, de l'autre côté des montagnes Rocheuses, à plus de 1600^{m} d'altitude, est située sur le vaste plateau qui sert de piédestal aux montagnes Rocheuses et s'abaisse peu à peu, par degrés insensibles, jusqu'à la vallée du Mississipi.

» Ces deux stations, Salt Lake City et Denver, sont assez loin des reliefs montagneux les plus élevés pour échapper à l'attraction topographique, et leur situation sur le massif même de l'arête continentale américaine les rend très propres à déceler, avec sa valeur maximum, le défaut continental de la gravité.

» Les autres stations, mont Hamilton, Chicago, Montréal, situées de part et d'autre des stations des grands plateaux, servent de transition jusqu'aux stations du bord des Océans et permettent de suivre la variation de l'anomalie, rapportée à la pesanteur observée à Paris, jusqu'au delà de son changement de signe qui a lieu à quelque distance du littoral océanique, suivant la loi déjà constatée en Europe et en Algérie.

» La pesanteur absolue, mesurée à Washington, dans la salle du pendule (*pendulum room*) du Coast and Geodetic Survey Office, est

$$g = 9^{m},80165.$$

» La mesure relative a donné, entre Paris et Washington,

$$g = 9^{m},80169.$$

» L'accord des deux valeurs est entièrement satisfaisant.

» J'adopterai pour Washington la moyenne

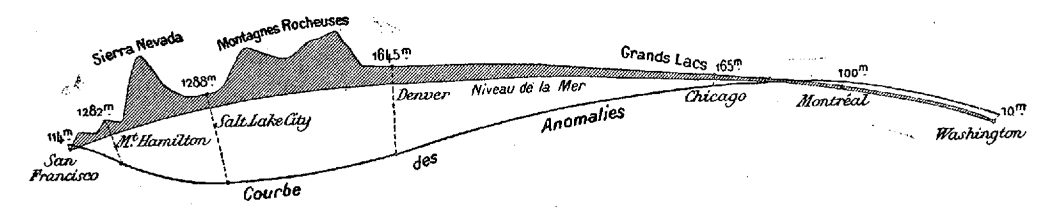
$$g = 9^{m},80167.$$

» Le Tableau qui suit renferme les valeurs de g mesurées, relativement à Paris, aux sept stations américaines, et, pour chacune d'elles : 1° la réduction au niveau de la mer, suivant la formule de Bouguer; 2° la pesanteur théorique calculée selon la loi de Clairaut et avec l'aplatissement de

Clarke, en considérant comme normale la pesanteur à Paris, et, enfin, 3° l'anomalie de la pesanteur observée.

Stations.	Latitude.	Altitude.	g observé.	Réduction de Bouguer.	g réduit.	g calculé.	Anomalie.
	G	m	m		m	m	
Washington...	43,39	10	9,80167	+ 2	9,80169	9,80142	+ 27
Montréal.....	50,57	100	9,80729	+ 18	9,80747	9,80716	+ 31
Chicago......	46,46	165	9,80345	+ 30	9,80375	9,80386	− 11
Denver.......	44,33	1645	9,79684	+299	9,79983	9,80216	−233
Salt Lake City.	45,30	1288	9,79816	+234	9,80050	9,80293	−243
M^t Hamilton..	41,47	1282	9,79683	+233	9,79916	9,79991	− 75
San Francisco.	41,98	114	9,80016	+ 21	9,80037	9,80030	+ 7

» La courbe ci-après donne une idée bien nette de la marche générale de l'anomalie de la pesanteur sur le continent américain (¹).



» Bien que les déviations de la verticale n'aient pas encore été déterminées dans les stations américaines, les valeurs les plus élevées que l'expérience a données sur le globe, pour cette déviation, n'affecteraient pas les anomalies d'une manière sensible.

» Ces résultats confirment entièrement les faits d'observation énoncés dans la Note du 15 juillet dernier. Il est intéressant de remarquer que l'anomalie continentale sur le haut plateau américain est à peu près égale et de signe contraire aux anomalies des îles aux grandes profondeurs du Pacifique et de l'Atlantique.

Iles de l'Atlantique.		Continent américain.		Iles du Pacifique.	
	m		m		m
Saint-Thomas........	+0,00172	Denver........	−0,00233	Ualan.......	+0,00283
Ascension...........	+ 151	Salt Lake Cyty.	− 243	Guam........	+ 197
Sainte-Hélène.......	+ 225			Mauwi.......	+ 180
Fernando de Noronha.	+ 196			Ile-de-France.	+ 224
Anomalie moyenne..	+0,00186		−0,00238		+0,00221

(¹) Les deux extrémités de la courbe des anomalies sont relevées au-dessus du niveau de la mer par suite de l'adoption de la pesanteur à Paris comme pesanteur normale. La pesanteur à Paris est, en effet, affectée d'un léger défaut continental.

MÉCANIQUE. — *Étude théorique sur l'élasticité des métaux*. Mémoire de M. **Félix Lucas**, présenté par M. Sarrau. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Lévy, Haton de la Goupillière, Sarrau.)

« L'objet de ce Mémoire est l'étude théorique des phénomènes que présente une barre de fer ou d'acier recuit lorsqu'elle est soumise à l'essai de traction, en faisant croître l'effort depuis zéro jusqu'à la valeur pour laquelle commence à se produire la striction d'une section droite, striction qui est le premier précurseur de la rupture.

» On distingue trois périodes successives, savoir :

» 1° *Période d'élasticité*, caractérisée par le retour de la barre à sa longueur primitive lorsque l'on supprime l'effort de traction;

» 2° *Période d'écoulement*, caractérisée par la disparition momentanée de l'élasticité de la barre et la production d'un allongement permanent;

» 3° *Période mixte*, pendant laquelle on voit se produire simultanément un allongement élastique et un allongement permanent.

» Je me suis proposé d'ajouter à la théorie connue de la période d'élasticité proprement dite (pendant laquelle les déformations sont provisoires et peuvent être considérées comme infinitésimales) deux théories nouvelles concernant la période d'écoulement et la période mixte, pendant lesquelles on observe des allongements finis et permanents. Ces théories sont basées sur le principe de la conservation de l'énergie et sur la répartition du travail mécanique dépensé en énergie potentielle et énergie calorifique.

» Les résultats auxquels elles conduisent sont en parfaite concordance avec les faits observés et les mesures prises dans les expériences officielles faites en mai et juin 1893, avec la machine à essayer les métaux de l'École des Ponts et Chaussées, par M. Dupuy, inspecteur général. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Les fascicules 3 et 4 du tome XVII des « Acta mathematica », journal rédigé par M. *G. Mittag-Leffler*. (Présenté par M. Hermite.)

2° Deux Opuscules de M. *Albert Quiquet*, intitulés « Représentation algébrique des Tables de survie; généralisation des lois de Gompertz, de Makeham, etc. » et « Aperçu historique sur les formules d'interpolation des Tables de survie et de mortalité ».

M. **Pagnoul**, nommé Correspondant pour la Section d'Économie rurale, adresse ses remercîments à l'Académie.

GÉODÉSIE. — *Sur la nouvelle mesure de la superficie de la France.* Note de M. le général **Derrécagaix**.

« La nouvelle mesure de la superficie de la France, exécutée au Service géographique de l'armée, a été demandée, en 1885, dans un intérêt administratif et scientifique, par le Conseil supérieur de Statistique. Ce travail a été motivé par les discordances qui existent dans les diverses publications officielles, au sujet de la superficie de la France et de ses divisions territoriales.

» A la mort du regretté général Perrier, une mesure préliminaire avait été faite sur des tirages en report de la Carte de France à $\frac{1}{80000}$, à l'aide du planimètre Coradi, et en suivant le programme développé devant le Conseil supérieur de Statistique.

» L'examen de ce premier travail, et, notamment, celui des erreurs, fit ressortir diverses imperfections, provenant en grande partie des mesures au planimètre. On décida alors qu'une seconde mesure serait exécutée, mais cette fois sur les cuivres mêmes de la Carte, à l'aide de planimètres modifiés et en la faisant porter sur la surface entière, de façon à lui donner autant que possible le caractère d'un travail définitif. Les premiers opérateurs n'étant plus à Paris, la mesure fut confiée à un nouveau personnel.

» La méthode prescrite fut la suivante :

» Dans l'évaluation de la surface de la France, on a supposé que la Terre a réellement la figure d'un ellipsoïde de révolution. C'est la portion de la surface de cet ellipsoïde embrassée par le contour du littoral (laisse de basse mer) et des frontières qui a été en partie calculée, en partie mesurée.

» On a supposé que les méridiens et les parallèles de 10′ en 10′ (division centésimale du quadrant) sont tracés sur l'ellipsoïde, défini géométri-

quement par son aplatissement α et son demi grand axe a. Ces méridiens et parallèles forment, par leurs intersections, un ensemble de carreaux dont il est facile de calculer géométriquement la surface. La surface de la France peut être considérée comme étant la somme :

» A, des surfaces d'un certain nombre de carreaux pleins;

» B, de la portion intérieure des carreaux traversés par le contour de la frontière ou de la laisse de basse mer.

» Les surfaces A ont été déterminées par le calcul; les surfaces B ont été mesurées au planimètre, en fonction du carreau correspondant pris comme unité, et ensuite évaluées en hectares à l'aide de la surface calculée de ce même carreau.

» L'évaluation de la surface a été faite successivement :

» 1° Sur l'ellipsoïde dit *de la Carte de France* (*Mémorial*, t. VI, p. 60);

$$\alpha = \frac{1}{308^{\mathrm{m}},64}, \qquad a = 6376985^{\mathrm{m}},2.$$

» 2° Sur l'ellipsoïde de Bessel (Helmert, *Géodésie supérieure*, t. I);

$$\alpha = \frac{1}{299^{\mathrm{m}},153}, \qquad a = 6377397^{\mathrm{m}},155.$$

» 3° Sur l'ellipsoïde de Clarke (*Geodesy*);

$$\alpha = \frac{1}{293^{\mathrm{m}},46}, \qquad a = 6378249^{\mathrm{m}},2.$$

» Dans le calcul d'un carreau de 10′, on a pris pour surface approchée le produit de la longueur développée de l'arc de méridien de 10′ par la longueur de l'arc de parallèle développé de même amplitude, passant par le centre du carreau. En d'autres termes, on a substitué à la surface ellipsoïdale une surface tronconique tangente à l'ellipsoïde le long du parallèle du centre du carreau, et dont la génératrice, coupée en deux parties égales par le parallèle central, est égale en longueur à l'arc de méridien de 10′ développé.

» Dans cet ordre d'idées, on a déterminé les expressions des longueurs des deux arcs de méridien et de parallèle développés. On a dressé le tableau des surfaces approchées des carreaux de 10′ en fonction de la latitude et, pour avoir une appréciation exacte de l'erreur commise, on a calculé deux carreaux choisis à l'extrême nord et à l'extrême sud de la carte, c'est-à-dire aux points où la différence entre les deux formules adoptées, exacte et approchée, est la plus grande. On a trouvé que cette

différence n'excède pas 6^{mq} ou $\frac{1}{12000000}$ du carreau, c'est-à-dire une quantité totalement négligeable.

» On a établi ainsi des tableaux présentant les résultats du calcul sur les trois ellipsoïdes des ingénieurs géographes, de Bessel et de Clarke. On a eu, par suite, la première partie (A) de la surface de la France, comprenant 7341 carreaux.

» Pour l'évaluation de la deuxième partie (B), on s'est servi du planimètre de Coradi. Puis, afin de s'affranchir des déformations du papier et de l'étalement des traits par l'impression, on a effectué la mesure des carreaux frontières et maritimes sur les planches de cuivre gravées de la Carte de France, en remplaçant la pointe du planimètre par un microscope grossissant environ vingt fois, monté à l'extrémité de la règle mobile et portant, dans son plan focal, deux fils en croix.

» Dans chaque carreau mesuré, on a évalué séparément, au planimètre, les deux surfaces situées, l'une en dedans, l'autre en dehors du contour; et, en outre, la surface totale. On a eu ainsi une idée de l'erreur commise, par la différence de la somme des deux premières mesures avec la troisième.

» Cette évaluation est affectée de deux catégories d'erreurs. La première exprime la différence entre les résultats de la mesure et du calcul et la surface réelle représentée par les planches.

» La seconde est l'erreur même de la Carte, ou la différence entre la surface réelle de la France projetée sur un ellipsoïde donné, et la représentation de la même surface d'après les levés sur le terrain. En d'autres termes, c'est la différence des surfaces embrassées sur l'ellipsoïde par le contour réel (mer et frontières) et par le contour, nécessairement entaché d'incertitudes, gravé sur les planches.

» La première erreur se compose de l'erreur du calcul, provenant de l'emploi d'une formule approchée, et de l'erreur de la mesure au planimètre. Cette dernière seule représente presque en totalité l'erreur de la mesure. Elle a été évaluée une première fois à $\pm 33^{ha},6$. Une autre évaluation, faite pour vérifier la précédente, a donné une erreur égale à $\pm 27^{ha}$ environ, nombre tout à fait comparable au premier.

» Quant à l'erreur provenant du calcul, elle est inférieure dans sa totalité à $2^{ha},2$, quantité insignifiante qui peut être négligée.

» D'autre part, il serait difficile d'apprécier la seconde catégorie d'erreurs, celle qui résulte des levés sur le terrain. Cela tient surtout à la posi-

tion de la laisse des basses mers, qui est toujours incertaine sur le terrain et, à plus forte raison, sur la Carte.

» En résumé, en admettant que la Carte d'État-Major est une représentation fidèle de la surface de la France, la mesure exécutée au Service Géographique, sur les planches mêmes de la Carte, paraît exacte à moins de 50^{ha}; mais la différence entre la surface des cuivres et la surface réelle du territoire dépasse certainement de beaucoup ce nombre (¹).

» Il restait à déterminer la superficie du territoire dans d'autres hypothèses ellipsoïdales. On a cherché, dans ce but, les expressions qui définissent la variation des coordonnées par rapport au centre de la Carte et le déplacement des carreaux limites par rapport aux points du contour.

» Ces expressions ont permis d'évaluer les quadrilatères qui, dans les carreaux traversés par le contour, viennent s'ajouter ou se retrancher, pour modifier le rapport mesuré au planimètre. On a admis dans cette évaluation que le contour de la France, sur les divers ellipsoïdes, reste égal à lui-même, et on s'est borné à calculer, à l'aide de formules, la quantité dont la deuxième portion B de la surface totale est modifiée, par le déplacement des méridiens et des parallèles qui résulte de la variation des éléments de l'ellipsoïde. La première portion (A) formée de carreaux pleins a été d'abord calculée directement pour chaque ellipsoïde.

» Les résultats obtenus par le calcul et les mesures, combinés, ont donné, pour la superficie de la France et de ses îles, la Corse comprise, les chiffres ci-après :

Ellipsoïde de la Carte de France........	$536,464^{kmq}$
» de Bessel..................	536,608
» de Clarke..................	536,891

soit, 53689100 hectares.

» Le soin avec lequel ces résultats ont été obtenus permet de leur attribuer une sanction officielle. Mais, au point de vue d'une précision stricte,

---

(¹) En prenant 7000^{km} environ pour la longueur du contour de la France, mers et frontières, une erreur accidentelle moyenne de 20^{m} dans le tracé de ce contour ne produirait qu'une erreur de $20^{m}\sqrt{7000000} = 52920^{mq}$, ou environ $5^{ha},3$. Mais la même erreur, systématisée sur une fraction du contour égale à 1000^{km}, entacherait la mesure de la surface d'une erreur de 2000^{ha} ou de 20^{kmq}. Toutefois, une pareille erreur sur une fraction aussi notable du contour est très peu probable.

on doit reconnaître que, pour avoir une mesure rigoureusement exacte, il faudrait exécuter sur le terrain de nouveaux levés de précision à grande échelle. Actuellement, il est impossible d'y songer; on doit donc se contenter de la mesure dont les résultats viennent d'être exposés. »

M. E. **Levasseur**, invité à donner quelques explications complémentaires, rappelle sommairement l'origine du travail :

« Les administrations ne s'accordent pas sur la superficie de la France; on trouve, dans les publications officielles, des nombres qui varient de 527 006^{kmq} (*Situation financière des communes*, 1878) à 529 063^{kmq} (*Compte définitif des recettes de l'exercice* 1881). L'*Annuaire du Bureau des Longitudes* porte 528 400^{kmq}. Pour quelques départements, la différence entre les évaluations était de 4 à 5 pour 100; elle était même de 6 pour 100 pour le département de Vaucluse.

» A la session du Congrès international de statistique de La Haye (1869) et à celle de Saint-Pétersbourg (1872), la Russie avait accepté de dresser la statistique de la superficie des régions physiques et des États de l'Europe. Le général Strelbitsky, chargé de ce travail, l'a publié (*La superficie de l'Europe*) en 1882; il a trouvé pour la France 533 479^{kmq}, nombre supérieur d'environ 4400^{kmq} à la plus forte évaluation des administrations françaises. Il a assigné 288 540^{kmq} à la superficie de l'Italie, qui donnait jusque-là dans ses publications officielles 296 323^{kmq} et qui, ne voulant pas rester dans l'incertitude sur ce point, chargea l'Institut militaire de Florence de mesurer cette superficie sur les Cartes topographiques; l'Institut militaire a trouvé 286 588^{kmq}.

» M. Levasseur soumit la question au Conseil supérieur de Statistique, qui nomma une sous-Commission des superficies territoriales (en 1885). A la suite d'un rapport rédigé par M. de Foville et d'un vœu exprimé par le Conseil qui émettait l'avis « qu'il serait désirable d'obtenir une détermination exacte de la superficie de la France, de ses départements e arrondissements » et estimait que « le Service géographique de l'armée était particulièrement compétent pour effectuer cette détermination », le Ministre du Commerce pria le Ministre de la Guerre d'exécuter ce travail.

» Ce travail a été en effet exécuté par le Service géographique, sur la Carte au $\frac{1}{80000}$, et présenté par son directeur le général Perrier, au Conseil supérieur de Statistique en 1887 et, si je ne me trompe, à l'Académie la

même année. La superficie de la France, mesurée par département, y est de 536408^{kmq}.

» La mesure par département est insuffisante pour être adoptée par les administrations qui publient des statistiques par arrondissement. Le général Derrécagaix, successeur du général Perrier dans la direction du Service géographique et membre du Conseil supérieur de Statistique, a entrepris de compléter le travail; il l'a revisé entièrement et il en a fourni les résultats par arrondissement.

» M. Levasseur adresse ses remercîments au directeur du Service géographique de l'armée; il souhaite que ces résultats, plus exacts que ceux qui étaient jusqu'ici en usage, soient peu à peu adoptés par les administrations qui publient des statistiques fondées sur la superficie de la France. »

M. Bouquet de la Grye fait remarquer qu'il y a un certain intérêt à connaître la date des levés sur lesquels a été faite la mensuration de la superficie de la France, l'érosion produite par les lames diminuant chaque année cette superficie d'environ 30^{ha}.

M. Berthelot fait observer que les développements très intéressants qui viennent d'être donnés par M. Levasseur définissent avec une précision mathématique les résultats de la mensuration des cartes de France établies par l'État-Major, la limite d'erreur des calculs ne surpassant pas trente hectares environ. Mais il est utile d'ajouter que la surface ainsi définie mathématiquement n'est pas et ne saurait être absolument identique avec la surface réelle, ni en fait, ni en définition. En effet, la surface réelle varie incessamment pour diverses causes, spécialement sur les bords de la mer. Elle diminuerait chaque année d'une trentaine d'hectares, d'après les données les plus probables, c'est-à-dire de trois cents hectares en dix années, valeur décuple de la limite d'erreur des calculs. Si l'on relève ces nombres, c'est pour montrer la différence qui existe entre le caractère absolu des évaluations mathématiques, et le caractère relatif et incessamment variable des mesures physiques applicables à des phénomènes géographiques ou physiologiques.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la sommation rapide de certaines séries peu convergentes (séries harmoniques alternées)*. Note de M. A. JANET.

« Les séries de la forme

$$S = \frac{1}{a+b} - \frac{1}{a+2b} + \frac{1}{a+3b} - \frac{1}{a+4b} + \dots$$

sont convergentes tant que b est positif, mais leur convergence est fort lente, surtout quand b est petit par rapport à a.

En remarquant que $\frac{1}{p+\frac{a}{b}} = \int_0^1 x^{p-1+\frac{a}{b}}\,dx$, on voit aisément que l'on a

$$S = \frac{1}{b}\int_0^1 \frac{x^{\frac{a}{b}}}{1+x}\,dx.$$

» Ceci posé, si nous pouvons trouver une fonction entière $\varphi(x)$, telle que, dans l'intervalle de 0 et 1, la différence $\frac{1}{1+x} - \varphi(x)$ garde constamment le même signe et ne dépasse pas une valeur ε, S sera représenté par

$$(1) \qquad \frac{1}{b}\int_0^1 x^{\frac{a}{b}}\varphi(x)\,dx,$$

avec une approximation de $\frac{\varepsilon}{a+b}$.

» On trouve aisément $\varphi(x) = 1 - x + \frac{3}{4}x^2 - \frac{1}{4}x^3$.

» Pour nous rendre compte de la valeur de ε, posons

$$(2) \qquad \frac{1}{1+x} = 1 - x + \frac{3}{4}x^2 - \frac{1}{4}x^3 + z,$$

et chassons le dénominateur. Nous trouverons

$$z = \frac{1}{4}\,\frac{x^2(1-x)^2}{1+x},$$

ce qui nous montre d'abord que la différence $\frac{1}{1+x} - \varphi(x)$ garde constamment le signe + dans l'intervalle considéré, et qu'ensuite cette différence est maximum pour

$$x = \frac{\sqrt{33}-3}{6},$$

le maximum étant $\frac{11\sqrt{33}-63}{18} = 0{,}0106\dots$

» Remplaçant $\varphi(x)$ par $1 - x + \frac{3}{4}x^2 - \frac{1}{4}x^3$ dans l'intégrale (1), on trouve que

$$S = \frac{1}{a+b} - \frac{1}{a+2b} + \frac{3}{4}\frac{1}{a+3b} - \frac{1}{4}\frac{1}{a+4b},$$

avec une erreur inférieure à

$$0{,}0106 \times \frac{1}{a+b}.$$

» Pour atteindre cette approximation par le calcul direct des termes, il en faudrait *au moins* 94.

» Pour obtenir une approximation plus grande, reprenons l'égalité (2) en y remplaçant z par la valeur que nous en avons tirée. Nous aurons l'identité

$$\frac{1}{1+x} = 1 - x + \frac{3}{4}x^2 - \frac{1}{4}x^3 - \frac{1}{4}\frac{x^2(1-x)^2}{1+x},$$

qui peut s'écrire, en résolvant par rapport à $\frac{1}{1+x}$,

$$\frac{1}{1+x} = \frac{1 - x + \frac{3}{4}x^2 - \frac{1}{4}x^3}{1 - \frac{1}{4}x^2(1-x)^2}.$$

» Mais, puisque $\frac{1}{4}x^2(1-x)^2$ reste constamment compris entre 0 et $\frac{1}{64}$ dans l'intervalle de 0 à 1, nous pouvons développer $\frac{1}{1-\frac{1}{4}x^2(1-x)^2}$ en progression géométrique convergente, et écrire, en mettant le reste en évidence,

$$(3)\left\{\begin{aligned} \frac{1}{1+x} = {} & \left\{\left(1 - x + \tfrac{3}{4}x^2 - \tfrac{1}{4}x^3\right)\left[1 + \frac{x^2(1-x)^2}{4} + \ldots + \frac{x^{2n}(1-x)^{2n}}{4^n}\right]\right\} \\ & + \frac{1}{4^{n+1}}\frac{\left(1 - x + \frac{3}{4}x^2 - \frac{1}{4}x^3\right)\left[x^{2n+2}(1-x)^{2n+2}\right]}{1 - \frac{1}{4}x^2(1-x)^2}. \end{aligned}\right.$$

En prenant pour $\varphi(x)$ le produit entre accolades, le dernier terme représente la différence $\frac{1}{1+x} - \varphi(x)$. Elle reste constamment positive dans l'intervalle de 0 à 1 ; de plus, son maximum est inférieur au résultat obtenu en remplaçant chaque facteur du numérateur par son maximum et le dénominateur par son minimum. Or, dans l'intervalle considéré, la plus grande valeur de $1 - x + \frac{3}{4}x^2 - \frac{1}{4}x^3$ est 1 pour $x = 0$. Le facteur

$x^{2n+2}(1-x)^{2n+2}$ atteint sa valeur maximum $\frac{1}{4^{2n+2}}$ pour $x=\frac{1}{2}$. Pour la même valeur, la détermination passe par son minimum, qui est $\frac{63}{64}$.

» La différence $\frac{1}{1+x}-\varphi(x)$ restera donc constamment inférieure à $\frac{1}{63,64^n}$, valeur très rapidement décroissante et qu'on peut prendre aussi petite qu'on voudra en choisissant n convenablement.

» $n=2$ donne déjà $\varepsilon < 0,000004$.

» La valeur correspondante de $\varphi(x)$, portée dans (1), donne pour valeur approchée de S

$$\begin{aligned}&\frac{1}{a+b}-\frac{1}{a+2b}+\frac{1}{a+3b}-\frac{1}{a+4b}+\frac{1}{a+5b}-\frac{1}{a+6b}\\&\quad+\frac{63}{64}\frac{1}{a+7b}-\frac{57}{64}\frac{1}{a+8b}+\frac{21}{32}\frac{1}{a+9b}\\&\quad-\frac{11}{32}\frac{1}{a+10b}+\frac{7}{64}\frac{1}{a+11b}-\frac{1}{64}\frac{1}{a+12b}.\end{aligned}$$

» Le calcul direct exigerait *au moins* 250000 termes de la série pour atteindre le même résultat.

» La même méthode est applicable à la série

$$\frac{x}{a+b}-\frac{x^2}{a+2b}+\frac{x^3}{a+3b}-\frac{x^4}{a+4b}+\ldots$$

» La forme $\frac{\varepsilon}{a+b}$ de l'approximation avec laquelle cette méthode permet de calculer la valeur de S est assez paradoxale. Cette approximation, pour un nombre donné de termes utilisés, ne dépend pas de la rapidité avec laquelle converge la série. Il est facile de soumettre ce fait à une vérification des plus singulières.

» Pour $b=0$, la série S devient divergente, mais, tant que b est positif, elle augmente et la somme de cette série convergente tend vers $\frac{1}{2a}$ quand b tend vers 0.

» Eh bien, si l'on fait $b=0$ dans les deux valeurs approchées de S données ci-dessus, on trouve qu'elles donnent $\frac{1}{2a}$, et il est aisé de voir que toute formule approchée déduite de (3) donnera le même résultat, quel que soit n. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur une propriété métrique commune à trois classes particulières de congruences rectilignes.* Note de M. **Alphonse Demoulin**, présentée par M. Darboux.

« I. Nous considérons dans cette Note : 1° les congruences (Γ_1) qui établissent une correspondance entre une famille d'asymptotiques appartenant à l'une des nappes de la surface focale et une famille d'asymptotiques appartenant à l'autre nappe.

» 2° Les congruences (Γ_2) sur les deux nappes de la surface focale desquelles les lignes de courbure se correspondent.

» 3° Les congruences (Γ_3) telles que les lignes asymptotiques de l'une des nappes de la surface focale correspondent aux lignes de courbure de l'autre nappe.

» Ces trois classes de congruences jouissent d'une propriété métrique remarquable, qui a déjà été rencontrée dans divers cas particuliers par Halphen (¹) et Ribaucour (²).

» Appelons (S) et (S′) les deux nappes de la surface focale de l'une des congruences qui viennent d'être définies; une droite quelconque de cette congruence touche (S) en M et (S′) en M′; les plans focaux relatifs à cette droite font entre eux un angle que nous désignerons par V. Soient R_1, R_2 les rayons de courbure principaux de (S) en M, et R'_1, R'_2 les rayons de courbure principaux de (S′) en M′. Cela posé, on a

$$\text{(A)} \qquad R_1 R_2 R'_1 R'_2 \sin^4 V = \overline{MM'}^4.$$

» II. Pour démontrer cette relation, nous nous appuierons sur quelques formules relatives aux surfaces réglées; nous allons tout d'abord les établir.

» Soient (G) une génératrice quelconque d'une surface réglée, O son point central et β son paramètre de distribution. Prenons sur cette génératrice deux points quelconques M, M′ et appelons φ, φ' les angles que les plans tangents en ces points font avec le plan tangent en O. On a

$$\operatorname{tang}\varphi = \frac{OM}{\beta}, \qquad \operatorname{tang}\varphi' = \frac{OM'}{\beta},$$

(¹) *Bulletin de la Société mathématique*, t. IV, p. 94; 1876.

(²) *Étude des élassoïdes ou surfaces à courbure moyenne nulle*, p. 70 et 71.

d'où, en soustrayant, et posant $\varphi - \varphi' = V$,

$$\frac{\beta}{\cos\varphi\cos\varphi'} = \frac{MM'}{\sin V}. \tag{1}$$

» Appelons τ et τ' les rayons de torsion des asymptotiques qui passent respectivement par les points M et M'. Soient ω_1 l'angle de la génératrice (G) et de la tangente à l'une des lignes de courbure qui se croisent en M et R le rayon de courbure correspondant; soient, de même, ω'_1 l'angle de la génératrice (G) et de la tangente à l'une des lignes de courbure qui se croisent en M'_1 et R'_1 le rayon de courbure correspondant. Nous aurons [1]

$$\tau = \frac{\beta}{\cos^2\varphi}, \qquad \tau' = \frac{\beta}{\cos^2\varphi'},$$

$$R_1 \operatorname{tang}\omega_1 = \frac{\beta}{\cos^2\varphi}, \qquad R'_1 \operatorname{tang}\omega'_1 = \frac{\beta}{\cos^2\varphi'},$$

d'où, en tenant compte de la relation (1),

$$\tau\tau' \sin^2 V = \overline{MM'}^2, \tag{2}$$

$$R_1 R'_1 \operatorname{tang}\omega_1 \operatorname{tang}\omega'_1 \sin^2 V = \overline{MM'}^2, \tag{3}$$

$$\tau R'_1 \operatorname{tang}\omega'_1 \sin^2 V = \overline{MM'}^2. \tag{4}$$

» III. Abordons maintenant la démonstration de la formule (A), et, à cet effet, envisageons successivement les congruences (Γ_1), les congruences (Γ_2) et les congruences (Γ_3).

» *Congruences* (Γ_1). — Par hypothèse, il existe sur la nappe (S) une famille (F) d'asymptotiques à laquelle correspond sur la nappe (S') une autre famille d'asymptotiques. Lors donc que le point M décrira une asymptotique (A) appartenant à la famille (F), le point M' décrira une asymptotique (A') de (S'), et la droite MM' engendrera une surface réglée (Σ) qui admettra évidemment comme asymptotiques les lignes (A) et (A').

» Soient τ et τ' les rayons de torsion des lignes (A) et (A') aux points M et M', et V l'angle des plans tangents à (Σ) en ces points, c'est-à-dire l'angle des plans focaux relatifs à MM'.

» On aura, en vertu de (2),

$$\tau^2\tau'^2 \sin^4 V = \overline{MM'}^4$$

---

(1) Voir G. Darboux, *Leçons sur la théorie générale des surfaces*, t. III, p. 309.

et, en mettant dans cette relation pour τ^2 et τ'^2 leurs valeurs,

$$\tau^2 = -R_1 R_2, \qquad \tau'^2 = -R'_1 R'_2,$$

on obtiendra la formule (A).

» *Congruences* (Γ_2). — Lorsque le point M décrira une ligne de courbure (C_1) de la nappe (S), le point M′ décrira une ligne de courbure (C'_1) de la nappe (S′), et la droite MM′ engendrera une surface réglée (Σ). Cette surface admettra évidemment les lignes (C) et (C'_1) comme lignes de courbure; en outre, R_1, rayon de courbure principal de (S), relatif à (C_1), sera rayon de courbure principal de (Σ), et il en sera de même de R'_1, rayon de courbure principal de (S′), relatif à (C'_1). Si donc on appelle ω_1 et ω'_1 les angles que MM′ fait avec les tangentes en M et M′ aux lignes (C_1) et (C'_1), l'application de la formule (3) donnera

$$R_1 R'_1 \operatorname{tang}\omega_1 \operatorname{tang}\omega'_1 \sin^2 V = \overline{MM'}^2.$$

On aura de même, en considérant les secondes lignes de courbure qui passent par les points M, M′, et en faisant usage de notations qui s'expliquent d'elles-mêmes,

$$R_2 R'_2 \operatorname{tang}\omega_2 \operatorname{tang}\omega'_2 \sin^2 V = \overline{MM'}^2.$$

Multipliant ces égalités membre à membre et observant que

$$\operatorname{tang}\omega_1 \operatorname{tang}\omega_2 = -1, \qquad \operatorname{tang}\omega'_1 \operatorname{tang}\omega'_2 = -1,$$

on obtiendra encore la formule (A).

» *Congruences* (Γ_3). — Enfin, la formule (4) permettra de démontrer, par un raisonnement analogue à celui qui précède, que la relation (A) appartient également aux congruences (Γ_3). »

THERMODYNAMIQUE. — *La loi de Joule et la loi de Mariotte dans les gaz réels.* Note de M. **Jules Andrade.**

« Je voudrais préciser et compléter les résultats énoncés dans la Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 8 janvier ; j'en conserverai les notations.

» J'ai démontré que :

« Pour un gaz déterminé, dont la chaleur spécifique est à peu près fonc-
» tion de la seule température et qui présente le phénomène constaté

» dans l'expérience de Joule et de Thomson, la loi de Joule est d'approxi-
» mation d'ordre au moins égal à l'ordre d'approximation de la loi de
» Mariotte. »

» Pour l'hydrogène, les deux lois ont précisément le même ordre d'approximation, car, comme on a pour ce gaz $\frac{\partial(pv)}{\partial p} > 0$, si l'écart de la loi de Joule était négligeable, le coefficient K de l'expérience de Thomson deviendrait négatif.

» Considérons maintenant un autre gaz que l'hydrogène : nous allons voir que la circonstance de C presque constante et l'expérience de Thomson nous conduiront au même résultat.

» En effet, un gaz qui suivrait rigoureusement la loi de Joule nous donnerait, au lieu des équations (2), celles-ci :

$$\left\{\begin{aligned} &p\psi(v) = R_1 F(\theta) \\ &\frac{T}{T_0} = \frac{F(\theta)}{F(\theta_0)} \\ &C = c + \frac{ARF'(\theta)}{\psi'(v)} \end{aligned}\right.$$

$F(\theta)$ diffère peu de $273 + t$, t température centigrade, et de θ;

ψ désigne une fonction de v;

R_1 désigne une constante;

et le coefficient K aurait ici pour valeur

$$K = \frac{\theta^2\left(\frac{\psi}{\psi'} - v\right)}{C}.$$

» Cette valeur serait approchée si la loi de Joule était beaucoup plus approchée que la loi de Mariotte; or, C ne variant presque pas entre 0° et 100°, on voit que, entre ces limites, K *varierait de plus de deux tiers de sa valeur;* or cela est contraire à l'expérience.

» La loi de Joule n'est donc pas beaucoup plus approchée que la loi de Mariotte; or, elle ne l'était pas moins. Donc enfin, *pour un gaz réel, les lois de Joule et de Mariotte ont des écarts comparables.*

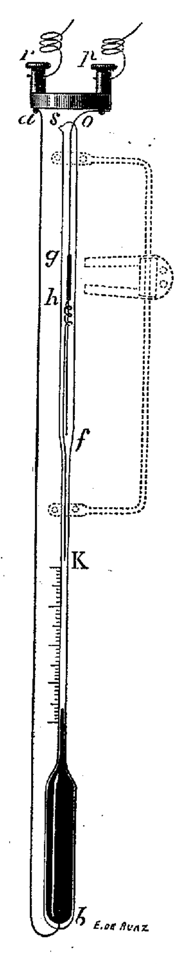
» On remarquera, en passant, cette proposition : Si un gaz suit la loi de Joule et si, en même temps, sa chaleur spécifique C ne dépend que de la température, ce gaz suit la loi de Mariotte.

» Nous noterons aussi cette autre conséquence : Si l'on constitue des thermomètres avec les différents gaz, les températures fournies par chacun d'eux ne différeront entre elles et ne différeront de la température absolue, que d'une petite quantité dont l'ordre sera précisément l'ordre

d'approximation de la loi de Mariotte pour celui des gaz employés qui s'écarte le plus de cette loi. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Thermomètre électrique avertisseur, pour étuves de laboratoire*. Note de M. **Barillé**, présentée par M. Henri Moissan.

« On sait le rôle important que joue la constance de la température dans la plupart des opérations de laboratoire. L'emploi des régulateurs de température, fonctionnant automatiquement une fois portés à la température voulue, donne des résultats souvent incertains. Il est nécessaire d'y joindre, comme contrôle, un moyen d'avertissement à l'abri de tout soupçon, qui vienne, en l'absence de l'opérateur, obliger ses aides à une surveillance constante.



» Bien des *thermomètres avertisseurs* ont été proposés dans ce but. Celui que nous présentons aujourd'hui paraît réaliser un appareil pratique et exact, modifiant avantageusement, pour la surveillance de la température dans les étuves de laboratoire, les différents systèmes d'avertisseurs déjà connus. Par l'étendue de son échelle thermométrique variant de 0° à 200°, sa graduation sur tige qui en réduit les dimensions, son mode de construction, il constitue un véritable instrument de laboratoire. Les thermomètres avertisseurs usités jusqu'à ce jour ne peuvent, en effet, convenir que pour des températures peu élevées, ne dépassant pas 50°; la planchette protectrice sur laquelle ils sont fixés s'oppose en outre, autant que leur forme même, à leur introduction dans la tubulure d'une étuve.

» Notre avertisseur électrique se compose d'un thermomètre à mercure ordinaire, gradué sur verre de 5° en 5°, dont la tige se renfle légèrement au-dessus de la graduation limite, comme l'indique la figure. Un fil de platine ab, scellé en b dans le verre du réservoir, plonge dans le mercure. Un second fil de platine, fixé en o à l'extrémité de la tige, la traverse en f. Enfin, un troisième fil de platine kh, celui-ci mobile et de longueur appropriée, s'enroule en spirale à son extrémité h autour du fil précédent et se termine par un petit index-curseur en acier gh, auquel il est soudé. Un aimant, agissant à travers le verre et disposé comme l'indique la figure, sert au réglage de la température; il permet de maintenir le cur-

seur en acier, muni de son fil, toujours adhérent au fil fixe *of* dont il augmente ainsi la longueur. Par cet artifice, il sera aisé, en effet, en faisant glisser l'aimant dans un sens ou dans l'autre, d'amener l'extrémité *k* du fil curseur au degré de température que l'enceinte ne doit pas dépasser, et de l'y retenir immobile en serrant l'écrou de l'aimant.

» Un liquide convenablement choisi par rapport à l'étendue de la graduation du thermomètre remplit la tige et le réservoir supérieur de l'instrument. Ce liquide permet de chasser tout l'air de l'appareil avant de le sceller en S au dard de la lampe d'émailleur, de maintenir dans les conditions voulues l'adhérence des fils et de faciliter leur manœuvre.

» L'*orthotoluidine,* liquide très fluide, incolore, de même densité que l'eau, dont le point d'ébullition atteint 200° et celui de congélation — 20°, a très bien répondu au but proposé dans la réalisation de notre instrument. On peut lui substituer, si l'on veut, l'*éthylorthotoluidine,* qui ne bout qu'à 214°. Ces deux liquides, s'ils sont chimiquement purs, n'exercent à la longue aucune action oxydante appréciable sur le mercure du thermomètre.

» Le thermomètre est contenu et assujetti avec ses fils conducteurs dans une monture en cuivre munie de deux doubles fenêtres.

» L'aimant, analogue à celui qui est employé pour le thermométrographe, glisse sur une armature de $0^{m},19$ de long, formant anse, à l'aide d'un curseur auquel il est fixé par un écrou à vis ; ses deux pôles, retenus dans la rainure de la monture, restent parfaitement adhérents au verre, par conséquent à l'index en acier.

» Deux bornes de communication *r* et *p* terminent l'instrument et permettent de le rattacher aux fils de l'électro-aimant d'une sonnerie électrique qui peut être placée à toute distance, et de le mettre en communication, soit avec une pile de Grenet, soit avec un élément de Leclanché. Lorsque la température de l'enceinte a atteint le degré voulu, le mercure en montant affleure la pointe *k* du fil curseur-indicateur ; le circuit se ferme et la sonnerie se mettant en mouvement avertit les intéressés qu'il faut modérer et régler la source de chaleur.

» Le diamètre de l'instrument (18^{mm}) permet de l'introduire aisément dans la tubulure des divers types d'étuves. Sa longueur totale est de $0^{m},43$.

» Ce thermomètre électrique avertisseur, étant doué d'une grande sensibilité, sera employé aussi avantageusement pour les températures peu élevées, nécessaires en bactériologie, que pour les températures plus hautes, requises dans les opérations courantes du laboratoire ou de l'industrie.

» Si l'on veut s'en servir pour opérer dans une enceinte fermée de petite capacité, par exemple le placer comme contrôle dans un autoclave, on peut faire construire un modèle approprié et moins long, dont les points extrêmes de l'échelle thermométrique soient compris, par exemple, entre 100° et 180°.

» Comme dernière application, notre instrument pourrait servir de *thermomètre médical avertisseur*, en le graduant par dixièmes de degré, de 30°

à 45° seulement. Pour mettre à nu le réservoir du thermomètre à placer sous l'aisselle du malade, il suffirait de rendre mobile par un pas de vis la partie inférieure de l'enveloppe métallique. On pourrait, dans ce cas, remplacer l'orthotoluidine par de l'alcool. Il est de nombreuses circonstances en médecine, où il serait utile d'être informé, à distance, que la température d'un malade dépasse tel degré critique déterminé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les bornéols de synthèse.* Note de MM. **G. Bouchardat** et **J. Lafont.**

« Nous avons précédemment montré que les acides, en s'unissant aux térébenthènes et aux camphènes, forment des éthers de bornéols [1] dont l'un, le bornéol du térébenthène gauche, est identique au bornéol gauche de matricaire ou de valériane. L'un de nous a montré que les bornéols obtenus des camphènes sont isomériques avec les bornéols de térébenthène. Tandis que le térébenthène gauche fournit un bornéol et des éthers acétique et benzoïque lévogyres de même que le monochlorhydrate, le camphène lévogyre qui en dérive, $[\alpha]_D = -80°,5$, donne un formiate dextrogyre, $[\alpha]_D = +10,3$ et $+3°,3$ suivant le mode d'action; un acétate dextrogyre $[\alpha]_D = +19°,4$ ainsi que les bornéols correspondants $[\alpha]_D = +6°54'$, $+4°3'$ et $+14°51'$, tous fusibles à 211°. Par contre, tous les camphres qui en dérivent sont lévogyres, comme le camphre provenant du bornéol de térébenthène, dont ils ont tous les caractères physiques qui sont ceux du camphre de matricaire. Leur pouvoir rotatoire est seulement plus faible que celui du camphre de térébenthène, ce qui tient, ainsi que nous l'avons constaté maintes fois, à l'action des acides sur les camphènes qui les transforment en partie en dérivés inactifs (racémiques).

» MM. Bertram et H. Valbaum signalent, dans une récente publication [2], l'isomérie des bornéols de camphène avec les bornéols naturels, en se fondant sur la différence des formes cristallines déterminées par M. Traube et sur quelques caractères de ces bornéols et de leurs dérivés. Nous sommes arrivés à un résultat semblable, en ce qui concerne les bornéols de térébenthène.

---

(1) Bouchardat et Lafont, *Annales de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. IX, p. 509; t. XVI, p. 251 et *alias*. — Lafont, *Annales de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XV, p. 145.

(2) Bertram et Walbaum, *Journal für pr. Chemie*, n° de janvier 1894.

» Nous avons préparé les bornéols de camphène par un procédé plus rapide qu'avec l'acide formique, presque identique à celui qui a été employé par MM. Bertram et Walbaum, en faisant agir sur un mélange à poids égaux de camphène et d'acide acétique cristallisable, le tiers du poids d'acide sulfurique dilué dans l'acide acétique. L'action est modérée, presque immédiate. La transformation en éther acétique est presque totale. Il se produit seulement quelques centièmes d'un dérivé nouveau du camphène et du bornéol, bouillant vers 187° sous 2^{cm} de pression, de formule $C^{40}H^{34}O^2$, corps dont nous poursuivons l'étude et que nous obtenons plus facilement par l'action seule de l'acide sulfurique sur le camphène. Malheureusement, les pouvoirs rotatoires des produits sont encore plus atténués qu'avec l'acide formique.

» Les bornéols de camphène sont plus solubles dans l'éther de pétrole que les bornéols de térébenthène et que les bornéols naturels. Ils sont en cristaux plus petits. Ces cristaux se subliment, un peu à la façon du camphre, dans les vases qui les renferment, ce que ne font pas les bornéols de térébenthène. Indépendamment des différences optiques déjà signalées par nous, ces bornéols sont bien moins stables que leurs isomères. Une température un peu supérieure à 250°, maintenue pendant vingt-quatre heures, suffit pour les décomposer en camphène et en eau, que l'on aperçoit sur les parois du tube; à 225°, la décomposition est déjà importante; le bornéol inaltéré a seulement un pouvoir rotatoire légèrement abaissé. Les bornéols de térébenthène et celui du dryobalanops sont inaltérés dans ces conditions. Cette altérabilité s'observe aussi dans les éthers, ainsi que M. Riban l'a constaté pour les chlorhydrates de térébenthène et de camphène. Si l'on éthérifie à 200° le bornéol et qu'on le régénère, on lui retrouve son pouvoir rotatoire primitif. Ces essais démontrent que ces bornéols sont isomériques, non seulement avec les bornéols de térébenthène et naturels, mais aussi avec les bornéols à pouvoir rotatoire instable réversible, obtenus par de Montgolfier, avec lesquels ils offrent ce point commun de donner un camphre de signe optique opposé. Dans nos essais, les derniers se seraient transformés soit en bornéols inverses, soit au moins en racémique particulier, ce qui n'a pas lieu.

» Par contre, l'oxydation des bornéols de camphène nous a fourni des camphres doués de toutes les propriétés des camphres obtenus des autres bornéols; nous en poursuivons l'étude. Le bornéol inactif de camphène, complètement oxydé par M. Jungfleisch, lui a fourni l'acide para-campho-

rique, ce qui montre que toute la série est composée de corps racémiques.

» Le bornéol de térébenthène gauche, après purification, a un pouvoir rotatoire de $-32^{\circ}10'$; il donne un camphre lévogyre $[\alpha]_D = -38^{\circ}, 20'$, chiffre inférieur à ceux du bornéol de valériane et du camphre de valériane, tenant, croyons-nous, à ce que le térébenthène n'est pas un corps unique. Cependant l'oxydation a fourni à M. Jungfleisch de l'acide lévocamphorique ordinaire. La mesure des cristaux de ce bornéol et leur comparaison avec les mesures de M. Traube permettront d'établir l'identité de ce bornéol avec le bornéol de valériane, ce que nous croyons exister.

» En présence de ces multiples isomères de corps qui donnent de nombreux dérivés identiques, il me semble utile de désigner chacun d'entre eux par un nom rappelant son origine : *bornéol de camphène*, *bornéol de térébenthène*, *bornéol à pouvoir réversible*, et non par les désignations *iso*, *para*, *etc.* Par contre, il y aura lieu de changer le nom des produits obtenus par nous dans l'action des acides sur les térébenthènes, bouillant à 199°, et que nous avions appelés *isobornéols*. Ces composés se rattachent aux camphres de l'essence d'anis, découvert par Landolph, et de l'essence de thuya, découvert par M. Wallach : ils en sont les alcools correspondants. »

THERMOCHIMIE. — *Constantes thermiques de quelques bases polyatomiques.* Note de MM. **Albert Colson** et **Georges Darzens**.

« Si l'on possédait les données thermiques relatives à un nombre suffisant de bases polyatomiques, la simple considération des chaleurs de neutralisation jetterait un jour sur la constitution des alcaloïdes : on verrait de suite, par exemple, si la basicité forte de la quinine, celle qui se trouve neutralisée dans le monochlorhydrate et dans le sulfate basique, appartient ou non au groupe quinoléique existant dans la quinine, ainsi que M. Grimaux a été conduit à l'admettre par des considérations purement chimiques ([1]).

» Malheureusement, en dehors des nombres dont s'est servi l'un de nous dans un *Essai sur la constitution de la nicotine* ([2]), bien peu de cha-

([1]) M. Grimaux, *Comptes rendus*, 12 juillet 1892.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*; 1890.

leurs de neutralisation de bases polyatomiques sont connues. Nous nous proposons d'établir quelques-unes de ces données si utiles; nous avons, à cet effet, étudié l'éthylène-diamine et la quinine.

» ÉTHYLÈNE-DIAMINE $C^2H^4, 2AzH^2$. — Cette base a été préparée par la méthode de Cloez modifiée par Krant; elle a été purifiée par deux distillations sur le sodium; elle bouillait exactement à 116° sous la pression atmosphérique.

» *Chaleur spécifique.* — Nous avons trouvé approximativement 0,84 entre 12° et 45°.

» *Chaleur de dissolution.* — Vers 15°, la dissolution de 1 molécule (c'est-à-dire 60^{gr}) d'éthylène-diamine dans 4^{lit} d'eau dégage $+7^{Cal},6$, moyenne de trois expériences presque identiques.

» *Chaleur de neutralisation.* — Cette valeur a été déterminée avec de l'acide chlorhydrique à $\frac{1}{2}$ molécule par litre, 1 molécule de base étant dissoute dans 1^{lit} environ. Entre 13° et 15°, on a trouvé :

1 molécule $C^2H^4(AzH^2)^2$ diss. + 2 molécules HCl diss. = sel diss.		+ 23,51
1 » » » + 2 » » = »		+ 23,50
1 » » » + 2 » » = »		+ 23,60
	Moyenne..........	23,54

» *Contrôle :*

1 molécule base diss. + 1 molécule HCl diss. = sel basique		+ 12,50
1 » sel basique diss. + 1 » » = sel neutre		+ 11,02
	Total.............	23,52

» La chaleur de dissolution du sel neutre est négative; vers 15° :

$$1 \text{ molécule sel neutre} + 4^{lit} \text{ d'eau} \ldots\ldots = -7^{Cal},55.$$

» La chaleur de neutralisation des deux basicités est inégale quand on sature successivement chacune d'elles, mais les nombres trouvés dénotent deux basicités fortes, capables l'une et l'autre d'agir sur la teinture de tournesol. De fait, le tournesol ne vire qu'après la saturation totale des deux basicités par l'acide chlorhydrique. Le méthyl orange, réactif plus sensible, décèle *a fortiori* la saturation totale; mais, fait inattendu, la phtaléine se décolore bien avant la saturation de la deuxième basicité et notablement après la saturation de la première : la matière colorante n'est pas détruite, car la coloration rose réapparaît par addition de quelques gouttes de base à la liqueur qui vient d'être décolorée.

» L'étude de l'éthylène-diamine montre, en outre, que la Thermochimie est un moyen d'investigation précieux et facile : l'inégalité des nombres qui mesurent la capacité thermique de cette base par un acide, au début

et à la fin de la saturation, est une preuve certaine de l'existence de deux basicités distinctes dans la molécule éthylène-diamine (1); on sait que ce fait, si aisément révélé aujourd'hui par une simple expérience thermique, a échappé à Cloëz et a procuré à Hoffmann l'honneur d'établir l'existence d'amines polyatomiques.

» QUININE. — Un échantillon de sulfate neutre de quinine pure bien cristallisée renfermait 15 pour 100 d'anhydride sulfurique (2) : la teneur théorique serait 15,09 pour un sulfate à 6 molécules d'eau; elle serait 14,7 pour 100 pour un sel à 7 molécules d'eau. Nous admettrons donc comme poids moléculaire

$$Q.SO^4H^2 + 6H^2O = 530.$$

» *Dissolution.* — Comme nous nous proposons de comparer ce sulfate au sulfate basique ordinaire et à la quinine, et que ces derniers corps ne se dissolvent rapidement qu'en liqueur acide, nous avons pris la chaleur de dissolution du sulfate neutre en dissolvant sa molécule dans 12^{lit} d'eau renfermant 98^{gr} d'acide sulfurique. Il y a abaissement de température, et vers 11° :

$$1 \text{ molécule sulfate neutre} + 12^{lit} \text{ Aq acidulée} = -6^{Cal},7.$$

» *Neutralisation.* — $8^{gr},25$ de sulfate neutre $Q.SO^2H^2 + 6H^2O$ préalablement dissous dans 200^{cc} d'eau distillée et décomposés par la potasse étendue ont dégagé $245^{Cal},5$. La neutralisation de l'acide sulfurique combiné à l'alcaloïde eût dégagé $486^{Cal},7$. La décomposition d'une molécule de sulfate neutre de quinine correspond donc à $-15^{Cal},5$ vers 10°. En d'autres termes :

$$\text{Quinine précipitée} + SO^4H^2 \text{ étendu} = \text{sulfate neutre diss.} + 15,5.$$

» Comme *contrôle*, nous avons redissous la quinine précipitée dans un excès d'acide sulfurique étendu et nous avons trouvé directement :

$$\text{Quinine précipitée} + SO^4H^2 \text{ étendu en excès} = \text{sulfate neutre diss.} + 15,9$$

» Ce dernier nombre est un peu plus élevé que le premier; il indique en effet, outre la chaleur de formation du sulfate neutre, la tendance que possède la quinine à former des sels acides.

---

(1) Si l'on sature par HCl les premières ou les dernières portions d'une solution étendue d'ammoniaque ou d'un alcali monoatomique, on trouve le même dégagement de chaleur pour une même quantité de HCl neutralisé. Avec l'éthylène-diamine, au contraire, le rapport du premier nombre au deuxième est $\frac{12,5}{11}$. Toutes les bases diatomiques ne remplissent pas nécessairement une telle condition; mais quand cette condition est remplie, la base est polyatomique.

(2) Cet échantillon est dû à l'obligeance de M. Viennot, fabricant à Ivry, qui l'avait généreusement offert à l'un de nous, il y a quelques années.

» Si, à la quinine récemment précipitée, on substitue de la quinine séchée à 100°, la chaleur de saturation par un excès d'acide est différente : elle atteint $18^{Cal},7$ par molécule de quinine.

» *Sulfate basique.* — On attribue à ce sel la formule $Q^2.SO^4H^2 + 7H^2O$; cependant un échantillon, parfaitement cristallisé, nous a donné à l'analyse SO^3 pour 100, 9,00; un sel renfermant $8H^2O$ titrerait SO^3 pour 100, 8,97.

» A ces différences de composition du sulfate ordinaire de quinine, correspondent des variations dans la chaleur de saturation de la basicité libre de ce sel. Toutefois les nombres trouvés sont toujours faibles et voisins de 5^{Cal}, nous reviendrons prochainement sur ce sujet. Remarquons aujourd'hui que cette valeur est de l'ordre de la chaleur de saturation des bases quinoléiques, et concluons que :

» La quinine renferme une basicité faible, comparable à celle des quinoléines, et une basicité forte, dont les types connus jusqu'ici sont les amines grasses, allyliques et pipéridiques.

» Insistons encore sur ce point, qui ressort du présent travail et des recherches citées sur la constitution de la nicotine, que la Thermochimie, aussi bien que les procédés purement chimiques, donne le moyen de constater la polybasicité des alcaloïdes et des amines : l'exemple de l'éthylène-diamine en est une preuve nouvelle et marquante. »

TECHNOLOGIE AGRICOLE. — *Sur l'adaptation de la levure alcoolique à la vie, dans des milieux contenant de l'acide fluorhydrique.* Note de M. **E. Sorel**, présentée par M. Schlœsing.

« Le Dr Effront montra, il y a quelques années, qu'on pouvait, dans la distillation des matières amylacées saccharifiées par le malt, suppléer à l'insuffisance d'acide lactique par l'addition dans les moûts de 35^{mgr} à 40^{mgr} d'acide fluorhydrique par litre.

» Je crois avoir été un des premiers à essayer industriellement la suppression de la fermentation lactique et le coupage des cuves. J'employais dans ce cas, en moyenne, 125^{mgr} d'acide fluorhydrique commercial à 33 pour 100 HFl. par litre; le ferment lactique était détruit, et, comme il était à prévoir, le rendement a été augmenté : nous avons obtenu industriellement 64^{lit} d'alcool absolu pour 100^{kg} d'amidon, au lieu de 57 à 59.

» D'ailleurs les drèches ont été consommées avidement par les animaux, sans qu'aucun accident se produisît en une période de 7 mois.

» M. le Dr Effront a indiqué, à la séance du 23 octobre 1893, que la levure alcoolique, incapable primitivement de vivre dans un milieu sucré contenant 300^{mgr} de fluorure d'ammonium par litre, peut être amenée, par une série de cultures, dans des milieux de plus en plus riches en fluorure, à se développer dans ce milieu en apparence mortel, et qu'elle acquiert le pouvoir de proliférer abondamment et de faire fermenter relativement plus de sucre pour le même poids; je me suis proposé de voir ce qui se passerait dans le vrai milieu industriel et en présence d'acide fluorhydrique.

» J'ai préparé des levains avec 1 kilogr. de malt sec à 65° dans 3 litres d'eau. J'obtenais ainsi un moût très épais marquant de 17° à 20° saccharimétriques; j'y ajoutais la dose voulue d'acide fluorhydrique et j'ensemençais avec 500^{cc} d'un moût déjà réduit par fermentation à la moitié du titre primitif où on avait cultivé de la levure de grain.

» Toutes les expériences ont été faites à la température de 23° qui a paru la plus favorable.

» Partant de 150^{mgr} d'acide fluorhydrique commercial, soit 50^{mgr} H Fl, j'ai pu dans une première série atteindre la dose de $500^{mgr} = 166^{mgr}$ H Fl par litre. La levure était languissante, les groupes les plus abondants étaient de 2 à 3 cellules. Au lieu de mettre vingt-quatre heures pour ramener le degré saccharométrique à 9°, elle avait mis cinquante-deux heures.

» Ayant laissé la fermentation s'achever, on reprit une deuxième série d'essais en partant de $125^{mgr} = 42^{mgr}$ H Fl par litre; en vingt-quatre heures on n'avait plus que 10° saccharimétriques; la levure avait proliféré d'une façon prodigieuse, on ne pouvait plus compter les cellules filles formant une sorte de tissu végétal autour de chaque cellule mère.

» Jusqu'à $800^{mgr} = 266^{mgr}$ H Fl par litre, les groupes de cellules filles restent très nombreuses et gardent le même aspect; les cellules filles sont rondes, gonflées.

» A partir de cette dose, les cellules filles diminuent de diamètre sans diminuer notablement de nombre jusqu'à $1600^{mgr} = 533^{mgr}$ H Fl par litre.

» Nous avons poussé cette seconde série jusqu'à la dose de $2000^{mgr} = 667^{mgr}$ H Fl par litre, et rien n'annonçait la fin des essais, sauf que le nombre des cellules filles commençait à diminuer, tout en restant généralement supérieur à 10.

» Le levain avait mis trente heures à tomber de 19°, 5 saccharimétriques à 9°, 2.

» Pendant le cours de ces essais, deux échantillons ont été ensemencés dans le même moût, le premier quand la levure était développée dans un milieu à 500^{mgr} acide commercial $= 166^{mgr}$ H Fl par litre, le second quand le milieu contenait 1250^{mgr} acide commercial $= 417^{mgr}$ H Fl par litre. Le premier échantillon est tombé de 17°, 5 à 10° en vingt-sept heures, le second en dix-huit heures.

» On peut donc conclure que la levure habituée à vivre dans un milieu riche en acide fluorhydrique donne, dans un milieu plus faible, des cellules d'autant plus actives que le milieu primitif était plus chargé de matière aseptique.

» Il y avait, d'autre part, lieu de voir si la résistance acquise se conservait.

» J'ai cultivé dans huit moûts successifs contenant 200^{mgr} acide fluorhydrique commercial $= 67^{mgr}$ HFl la levure prélevée dans l'échantillon ayant vécu en présence de 2^{gr} d'acide; puis j'ai ensemencé 50^{cc} du dernier levain dans 3^{lit} de moût fabriqué comme ci-dessus, contenant respectivement : 133^{mgr}, 200^{mgr}, 266^{mgr}, 400^{mgr}, 533^{mgr}, 666^{mgr} HFl anhydre par litre, et j'ai pris comme mesure du pouvoir de reproduction le temps nécessaire pour faire tomber à la moitié de sa valeur le taux primitif de sucre.

» Les durées respectives ont été : 23^h, $24^h 30^m$, $23^h 30^m$, $25^h 30^m$, $26^h 30^m$ et 39^h.

» On peut donc admettre que la levure n'a aucunement perdu, en huit ensemencements, de son pouvoir, et l'on retrouve pour la variété étudiée que le point optimum correspond, comme ci-dessus, à la dose de 266^{mgr} HFl anhydre par litre.

» Enfin, partant du dernier levain, qui contenait 666^{mgr} HFl anhydre par litre, j'ai cherché si la levure ainsi cultivée pouvait résister à des doses encore plus considérables. J'en suis aujourd'hui à 1^{gr} HFl anhydre par litre. Au point de vue industriel, la question devient oiseuse; au point de vue de la résistance d'un organisme à un milieu antiseptique, il me paraît intéressant de citer cette expérience, puisque le même organisme prospère dans un milieu six fois plus antiseptique que celui où j'avais renoncé à le faire végéter au début.

» Dans ce milieu, il est probable que l'élément fluor est le seul actif, l'acidité est même dangereuse; on peut donc dire que, en mettant la levure alcoolique dans le vrai milieu nutritif qui lui convient, on la rend capable de résister à des doses au moins sextuples des doses observées par le D^r^ Effront dans des expériences *in vitro*.

» En résumé, on peut arriver désormais à rendre la distillation des matières amylacées aussi simple que celle des moûts sucrés et à supprimer les pertes de fabrication inhérentes aux anciens procédés. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les rapports des palissades dans les feuilles avec la transpiration.* Note de M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Duchartre.

« On attribue au tissu palissadique des feuilles une grande importance dans l'assimilation du carbone. Sa position, par rapport à la lumière, et son contenu chlorophyllien, plus abondant que dans le parenchyme lacu-

neux sous-jacent, donnent de la valeur à cette opinion. Après avoir constaté un grand développement des palissades à la lumière, on a cherché comment ces palissades peuvent être utiles à la plante au Soleil. M. Stahl (1) y trouve une disposition favorable à la protection des grains de chlorophylle contre un trop fort éclairement et à la pénétration de la lumière dans les assises profondes. M. Haberlandt (2) y voit une disposition qui permet l'écoulement le plus rapide des produits de l'assimilation par le plus court chemin possible vers les organes conducteurs. D'autres auteurs, parmi lesquels M. Vesque (3), considèrent les palissades comme jouant un rôle dans la transpiration qui en provoque le développement. Depuis les premiers travaux de ces divers auteurs, d'assez nombreuses observations et expériences ont été faites, dans lesquelles les palissades varient sous des influences qui ne se rapportent pas à la lumière et paraissent sans liaison, à première vue. Cependant ces influences peuvent se ramener au jeu combiné de l'absorption de l'eau par les plantes et de la transpiration, puis, finalement, à la transpiration (4) seule.

» Cette Note a pour but de rappeler les résultats des principales expériences où l'on voit les palissades varier, d'y joindre celles que j'ai faites, et de relier le tout par la considération que je viens d'émettre :

» I. A la lumière, les palissades sont plus développées qu'à l'ombre (5).

» II. Les feuilles poussées dans un air sec ont plus de palissades que celles qui sont venues dans l'air humide (6).

» III. Les feuilles aériennes d'une plante aquatique offrent des palissades plus développées que les feuilles submergées où cette sorte de cellules peut manquer complètement (7).

(1) Stahl, *Ueber den Einfluss der Lichtintensität auf Structur und Anordnung des Assimilationsparenchyms* (*Bot. Ztg.*, 1880).

(2) Haberlandt, *Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems* (*Pringsh. Jahrb.*, vol. XIII; 1881).

(3) Vesque, *Causes et limites des variations de structure des végétaux* (*Ann. agron.*, t. IX, p. 489; 1883).

(4) J'emploie ici le mot *transpiration*, pour transpiration proprement dite plus chlorovaporisation.

(5) Dufour, *Influence de la lumière sur les feuilles* (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 7e série, t. V; 1887).

(6) Voir Vesque et Viet, *Influence du milieu sur les végétaux* (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 6e série, t. XII, p. 170 et 176), et Lothelier, *Recherches sur les plantes à piquants* (*Revue gén. de Bot.*, t. V, p. 480; 1893).

(7) Voir Costantin, *Études sur les feuilles des plantes aquatiques* (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 7e série, t. III; 1886).

» IV. J'ai comparé deux cultures de Haricots, l'une normale, servant de témoin; l'autre soumise à des variations intermittentes de pression. Après un mois, les feuilles de même ordre et de même âge avaient plus de palissades dans la seconde culture que dans la première.

» V. Sur un sol sec les feuilles ont des palissades plus marquées que sur un sol humide ([1]).

» VI. Les plantes développées dans un sol salé ou dans des solutions salines acquièrent, quand le substratum atteint une certaine concentration, plus de palissades que quand elles ont poussé dans la terre ordinaire ou dans des solutions salines très diluées ([2]).

» VII. Des Haricots venus sur de l'eau chargée de matières organiques en proportions différentes avaient produit des racines inégalement maltraitées et moins développées que sur l'eau ordinaire. Des feuilles de même ordre comparées, dans les diverses cultures, montrèrent plus de palissades dans les cultures où les racines avaient été très maltraitées.

» VIII. Des plantes de même espèce, cultivées dans les régions alpines et dans la plaine, donnent des feuilles très différentes ; les feuilles alpines ont des palissades plus développées que celles de la plaine ([3]).

» Si nous cherchons à rapprocher ces divers cas, nous pourrons d'abord les grouper en deux catégories :

» 1° La comparaison s'est faite entre feuilles qui ne différaient entre elles, par rapport au milieu, que par cela seulement que les unes devaient transpirer plus que les autres (I, II, III, IV); alors les palissades ont été plus développées là où les conditions extérieures sont plus favorables à la transpiration contre la trop grande intensité de laquelle la plante cherche à se protéger.

» 2° Les feuilles étaient dans les mêmes conditions par rapport aux agents extérieurs de la transpiration; mais elles se trouvaient sur des plantes où l'absorption de l'eau était plus ou moins facile. Dans les cas extrêmes, la plante, recevant moins d'eau, meurt ou s'adapte en prenant des moyens pour conserver plus longtemps cette eau, ce qui ne peut se faire qu'aux dépens de la transpiration contre laquelle la plante devra se protéger. On constate encore ici que, parmi les modifications qui résultent

---

([1]) Voir E. Mer, *Recherches sur les causes de la structure des feuilles* (*Bull. Soc. bot. de France*, t. XXX, p. 110; 1883.

([2]) Voir P. Lesage, *Influence du bord de la mer sur la structure des feuilles* (*Comptes rendus*, 29 juillet 1889).

de cette adaptation, se trouve un fort développement des palissades (V, VI, VII).

» Les plantes alpines, d'après M. Schimper ([1]), possèdent une structure nettement xérophile et ont à lutter contre une transpiration active déterminée par la raréfaction de l'air, une forte insolation et une difficile alimentation d'eau; le cas de leur comparaison avec les plantes de la plaine est commun aux deux catégories. D'après M. Bonnier ([2]) les feuilles alpines ont des palissades plus développées que celles de la plaine.

» Nous voyons que nos deux catégories de cas se rapportent à la transpiration; dans l'une, directement, lorsque cette transpiration est trop active, sous l'action des agents extérieurs immédiats; dans l'autre, indirectement, par l'intermédiaire d'une absorption d'eau ralentie, ce qui introduit la considération d'une transpiration devenue relativement trop intense sans que les agents extérieurs immédiats aient changé.

» Donc, dans tous ces cas, nous sommes toujours en présence de feuilles menacées de trop transpirer, qui se modifient et, toujours, dans les modifications qu'elles subissent, on constate l'augmentation des palissades. On se trouve ainsi tout naturellement tenté de voir, dans le tissu palissadique, l'un des appareils qu'emploie la plante pour se protéger contre une trop grande transpiration. »

GÉOLOGIE. — *Lignes directrices de la géologie de la France*. Note de M. **Marcel Bertrand**, présentée par M. Daubrée.

« J'ai annoncé, il y a près de deux ans, que les lois fondamentales de la déformation de l'écorce terrestre me semblaient se résumer dans les deux règles suivantes : les plissements se produisent toujours suivant les mêmes lignes; ces lignes, quoique sinueuses, forment dans leur ensemble un double réseau orthogonal de parallèles et de méridiens.

» Je ne puis me dissimuler que les nombreux exemples cités par moi dans les bassins de Paris et de Londres n'ont pas paru à beaucoup de géo-

---

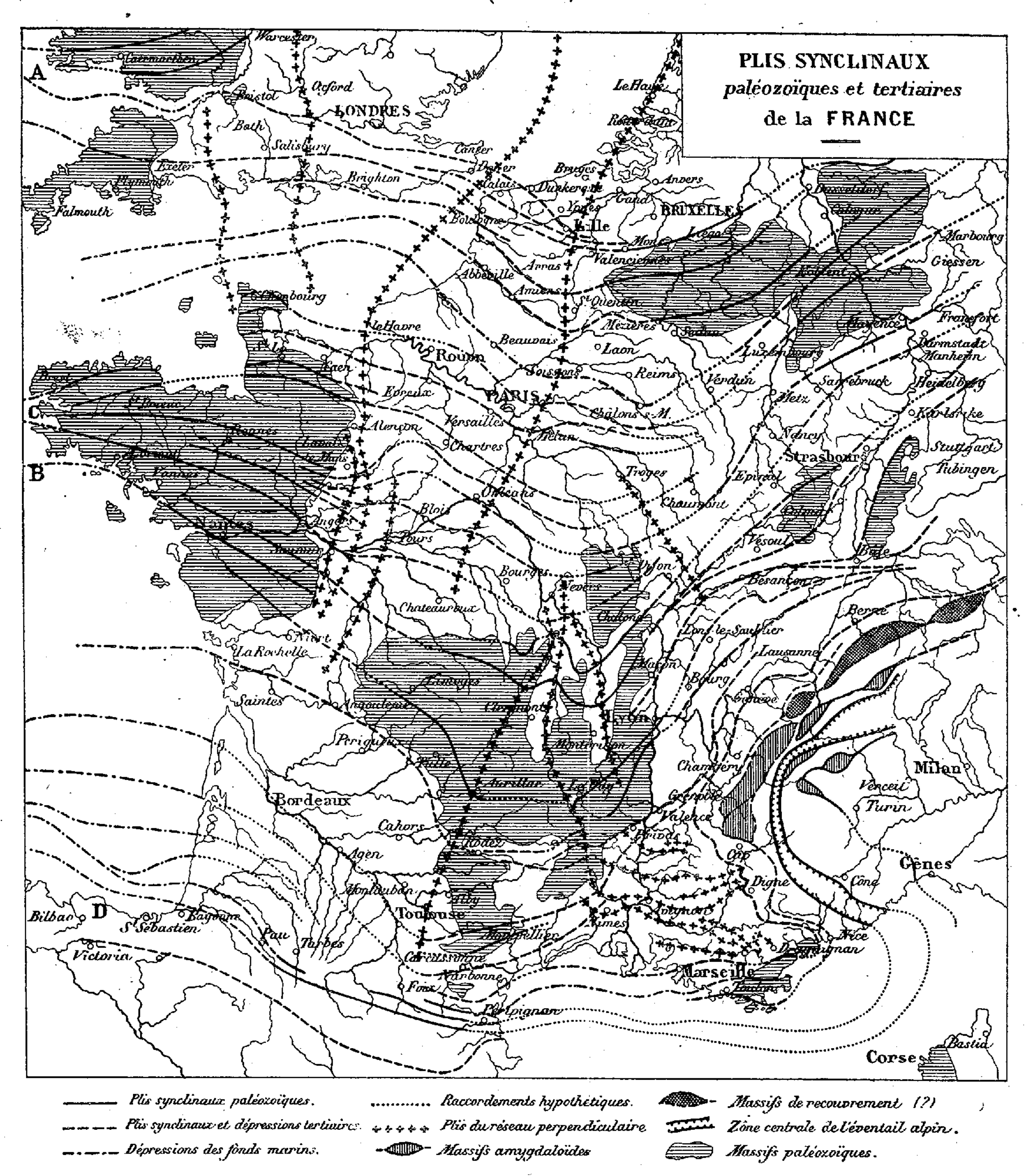
([1]) A.-F.W. Schimper : *Ueber Schutzmittel des Laubes gegen Transpiration* (*Monatsber. der berl. Ak. der Wiss.*; 1890) et *Die Indomalayische Strandflora*. Iéna; 1891.

([2]) *Voir* G. Bonnier, *Cultures expérimentales dans les hautes altitudes* (*Comptes rendus*, 17 février 1890).

logues suffisants pour autoriser une généralisation énoncée sous forme de loi. Une discussion théorique, aussi bien que celle d'exemples isolés, serait actuellement sans profit; la seule voie à suivre est d'arriver, *en s'aidant de tous les indices*, à tracer sur les cartes le réseau de déformations, et à vérifier ensuite que toutes les lignes connues de plissements, anciens ou récents, sont, en quelque point qu'on les considère, conformes à ce réseau.

» Depuis deux ans je m'occupe de ce travail, et, bien qu'il soit loin d'être terminé, toutes les régions étudiées n'ont fait qu'affermir chez moi la conviction de l'existence de ce réseau invariable et de la reproduction ininterrompue des plis suivant les mêmes lignes. Les écarts, s'ils existent, sont de même ordre que les incertitudes géologiques, et, quoique théoriquement je les crusse d'abord probables, je n'ai encore pu nulle part les mettre en évidence. A de certains moments, qui sont ceux de plissements énergiques ou de *soulèvements de montagnes*, les plis en formation, au lieu de suivre sur toute leur longueur une ligne unique du réseau déjà ébauché, vont rejoindre une ligne parallèle, en adoptant dans l'intervalle un trait du système perpendiculaire; le réseau primitif se déforme ainsi en apparence, il devient de plus en plus sinueux; mais il reste toujours composé des mêmes lignes.

» Je présente aujourd'hui à l'Académie une Carte d'ensemble des plis de la France; je ne prétends pas qu'elle soit définitive, et elle ne saurait l'être quand nos connaissances des limites des terrains sont encore imparfaites en tant de points; mais je ne pense pas qu'elle soit, dans l'ensemble, appelée à subir de sérieuses modifications. Chacun des plis a été déterminé isolément; les plis paléozoïques et les plis tertiaires sont marqués par des figurés spéciaux; les traits moins nombreux du réseau perpendiculaire sont indiqués par des petites croix; les raccordements hypothétiques sont marqués en pointillés. Enfin, j'ai figuré quelques-unes des principales lignes de dépressions des fonds marins. Un regard sur la Carte montre que toutes ces lignes hétérogènes se raccordent et qu'elles forment un réseau dont l'agencement harmonieux serait déjà, à mes yeux, une précieuse vérification. Toutes ces lignes s'enveloppent les unes les autres; leur concavité tournée vers le nord s'augmente jusqu'au sud du Plateau central; là elle se bifurque (ligne des bassins houillers du centre et vallée de l'Allier); chacune des deux nouvelles concavités est marquée par des rebroussements très accusés : la première descend vers la vallée de l'Ariège; la seconde se contourne vers l'est et se scinde elle-même en



Nota. — La Carte que j'ai montrée à l'Académie contenait un plus grand nombre de plis, qui sont ici, dans des parties encore discutables, comme le sud du Plateau central ou la basse Provence, remplacés par un tracé un peu schématique.

deux, s'enfonçant d'une part vers la plaine du Pô, et d'autre part pénétrant profondément dans l'angle des Alpes maritimes. C'est dans ces points d'extrêmes sinuosités que le second réseau est le mieux indiqué et le mieux connu, et c'est là aussi qu'il est le plus remarquable par la fidélité presque invraisemblable avec laquelle il suit la règle de la perpendicularité.

» Toute l'histoire géologique est dans une dépendance étroite de ces lignes, et comme la sédimentation se montre en rapport direct avec les mouvements du sol, *l'étude seule de la composition des couches, de leurs épaisseurs et de leurs faunes, si elles étaient partout connues, permettrait, en faisant une complète abstraction de leurs allures et de leurs plissements, de retrouver et de tracer le même réseau.* Sans insister sur les importantes confirmations qu'on peut attendre de cette remarque, je me contenterai de citer quelques exemples.

» On sait que la Méditerranée est une très ancienne dépression [1]. Mais il en est de même de la dépression beaucoup moins accusée de la Baltique, qui date des premiers âges géologiques, est toujours restée dépression et a toujours eu une histoire individualisée. Cela tient à ce qu'elle correspond, en y adjoignant la vallée de la Tamise et les plaines de la Russie, au grand éventail ouvert entre la chaîne calédonienne et la chaîne armoricaine. Le Silurien supérieur y montre déjà une faune spéciale; elle offre pendant le Dévonien et pendant la période secondaire une voie ouverte aux grandes transgressions marines, et devient plus tard le point de départ des transgressions moins importantes de la période tertiaire. Dans une autre région, les formations coralliennes du Dévonien inférieur, qui se rejoignaient bien probablement de la Carinthie à la montagne Noire, indiquent déjà l'emplacement des futures lignes alpines, mais *avec un dessin simplifié*. Aux États-Unis, M. Walcott a prouvé que, dès le Cambrien inférieur, dès l'époque des premiers organismes connus, les facies et les faunes marquent déjà la place des Apallaches et des montagnes Rocheuses.

» Mais on peut aller plus loin, et en joignant à l'étude des facies celle des anciens rivages, mis en évidence par les transgressions, on peut non seulement retrouver les principales lignes du réseau, mais suivre l'ordre d'accentuation des plis et les déformations des lignes directrices.

» En faisant abstraction d'essais de soulèvements aussitôt rasés par la mer, on voit ainsi l'axe du Condros (pli A) former rivage au Dévonien infé-

---

[1] Ceci demanderait encore à être précisé; il y a dans la Méditerranée plusieurs dépressions distinctes, dont l'histoire n'est pas identique.

rieur (probablement jusqu'à la mer Noire); le pli qui va de la Vendée à la Thuringe (pli B), partager en deux, au début du Culm, la grande cuvette hercynienne; enfin trois autres plis (le pli C, allant du Hundsrück au nord de la Bretagne, et deux autres plus extérieurs, celui du nord du bassin de Londres et celui de l'axe pyrénéen, continué probablement alors par les Apennins), déterminer au début du Houiller une série de golfes, dans lesquels la mer de l'Est pénètre sous forme de lagunes.

» Lorsque commencent, avec le Trias, les temps secondaires, on trouve une même zone de sédimentation s'étendant sur l'emplacement de la *chaîne* centrale des Alpes et *sur celui des Apennins :* tandis que, pendant les périodes plus anciennes, les mouvements alpins, comme je viens de le dire, se continuaient dans la montagne Noire, et la dépression de la Lombardie vers la fosse de Biscaye, ces mêmes mouvements se trouvent déviés vers l'est; le surgissement de la chaîne paléozoïque a déformé le réseau, ainsi que je l'ai indiqué plus haut, non pas en modifiant ses lignes, mais en les rattachant différemment les unes aux autres.

» Ces déformations et les sinuosités qui en résultent masquent sans doute au premier abord l'existence du réseau; la confusion un peu paradoxale qu'elles entraînent localement entre les directions des deux systèmes perpendiculaires peut provoquer quelques incertitudes; mais, une fois le réseau tracé, les doutes ne peuvent être de longue durée. En admettant qu'on soit provisoirement réduit à opposer à quelques objections le droit à l'exception, ou le droit plus incontestable de corriger quelques détails d'une première esquisse, le problème est trop nettement posé, le cadre est trop étroit et les faits qui doivent y prendre place sont trop nombreux, pour que les contradictions tardent à apparaître si la théorie n'est pas exacte. Je livre avec confiance ma petite Carte à cet examen. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur la constitution des calcaires marneux*. Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« On admet généralement, sans en avoir d'ailleurs jamais donné aucune preuve expérimentale, que les marnes et calcaires marneux sont des mélanges intimes de carbonate de chaux et d'argile. J'ai depuis longtemps reconnu que c'était là une opinion contestable et je me proposais de reprendre un jour l'étude détaillée de cette question. Mais, me trouvant d'année en année détourné de cette étude par d'autres recherches, je me décide à publier les premiers résultats que j'ai obtenus.

» J'ai montré, dans un travail antérieur, que les argiles proprement dites sont constituées par un mélange de quartz et d'un silicate d'alumine défini, nettement cristallisé, dont la composition chimique, identique à celle de la kaolinite, de la pholérite et de l'halloysite, est représentée par la formule

$$2SiO^2, Al^2O^3, 2HO.$$

» Ce composé est en outre caractérisé par la température de sa déshydratation qui se produit, dans le cas d'un chauffage rapide, aux environs de 600°, et par un dégagement brusque de chaleur qui se produit vers 950°.

» Le résidu que l'on obtient en dissolvant dans l'acide acétique le carbonate de chaux d'un calcaire marneux ne présente jamais les propriétés caractéristiques de l'argile. Sa composition est différente; il est toujours plus riche en silice, sans pourtant être mélangé de quartz; sa température de déshydratation totale est parfois bien inférieure à celle de l'argile; il ne donne aucun dégagement brusque de chaleur aux températures élevées; il paraît tantôt amorphe, tantôt cristallisé, mais en aucun cas les cristaux ne ressemblent à ceux de l'argile : ce sont généralement des aiguilles s'éteignant dans le sens de la longueur, trop fines pour que l'on puisse songer à en faire aucune détermination précise, mais ne ressemblant en aucune façon aux lamelles argileuses qui sont sans action apparente sur la lumière polarisée quand on les laisse se déposer tranquillement à plat; ces corps cristallisés varient d'ailleurs d'un calcaire à un autre, comme le montrent les analyses suivantes qui se rapportent aux résidus insolubles obtenus dans le traitement par l'acide acétique de calcaires à ciments et chaux hydrauliques. J'ai choisi, pour ces analyses, les résidus les plus nettement cristallisés et les plus homogènes.

	Isère.	Pas-de-Calais.	Eure.	Seine-et-Oise.	Congo français.
SiO^2 (par diff.)	51,6	60,5	63,3	66,1	71,0
Al^2O^3	19,4	21,2	16,1	16,2	0,3
Fe^2O^3	7,2	4,5	3,6	4,5	0,5
CaO	1,1	0,5	2	0,7	0,4
MgO	1,2	1,3	1,1	1,5	22,8
KO	»	»	»	2	»
HO à 200°	5	5	8,7	»	0,5
HO au rouge	14,5	7	5,2	9	4,5
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

» Le résidu provenant du calcaire à chaux hydraulique du Congo est celui dont les cristaux sont les plus discernables. Sa composition, qui se rapproche de celle du talc, est exactement représentée par la formule $2SiO^2, MgO, 0,5HO$.

» Les analyses des résidus des trois premiers calcaires pourraient être rapprochées de celles de certains silicates d'alumine mal définis et toujours très impurs, désignés suivant leur provenance par les noms de *Montmorillonite*, *Confolensite*, *Stéargilite*, *Cimolite*, etc. Enfin, le quatrième résidu se rapprocherait plutôt, par sa composition, de la *Bravaisite*, silicate d'alumine renfermant de la potasse qui a été étudié par M. Mallard.

» Il est permis d'espérer que, en poursuivant ces recherches sur un grand nombre de calcaires différents, on en trouvera quelques-uns dont les résidus, mieux cristallisés et plus purs, se prêteront à des études chimiques et cristallographiques plus sérieuses que les quelques indications données ici. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les formes du platine dans sa roche mère de l'Oural.* Note de M. **A. Inostranzeff**, présentée par M. Daubrée.

« En étudiant attentivement, au moyen de coupes successives, les échantillons de la roche platinifère rapportée par moi de l'Oural [1], je suis parvenu à y découvrir plusieurs grains de platine et à en étudier les formes.

» Ces grains sont empâtés dans le fer chromé et quelquefois dans la limonite; le diamètre de plusieurs d'entre eux était de 5^{mm}. Sous le microscope on peut constater que la forme des grains est irrégulière, anguleuse, avec des impressions et des sinuosités; sur les angles on observe quelquefois des apophyses recourbées, comme l'indiquent les figures ci-jointes. Les grains sont souvent groupés en rangées; dans la roche mère, le fer chromé affecte fréquemment les mêmes formes.

» En examinant les grains de platine des alluvions platinifères de Taghilsk, j'ai été à même de constater que leurs formes avaient peu souffert de triturations par les actions mécaniques auxquelles les alluvions doivent leur origine. Pour trouver les formes des grains non triturés, j'ai examiné les échantillons de platine, provenant des mêmes alluvions, qui

(1) Voir mon article : *Sur le gisement primaire du platine natif* (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 755).

sont empâtés dans le fer chromé. Je faisais polir des morceaux de ce fer chromé et les examinais au microscope. On voit ainsi que les formes des grains de platine des alluvions reproduisent exactement les formes observées dans la roche mère. Elles sont tout aussi irrégulières, anguleuses, avec anfractuosités et munies d'apophyses variées; parfois deux grains sont unis entre eux par du platine en forme de fil. Les formes de ces grains de platine rappellent tout à fait celles du fer natif dans certaines météorites, par exemple dans la météorite de Bélokrinitchié, gouvernement de Volhynie.

» Le fer chromé, qui paraît être homogène, examiné sous le microscope, se montre composé de petits grains irréguliers. Ces grains sont tantôt groupés sans interstices, tantôt séparés par des cavités remplies par de la dolomie et surtout par de la serpentine. Les formes de ces cavités sont identiques avec celles des grains de platine de la roche mère. Involontairement on serait porté à supposer que les formes du platine sont dues à celles de ces cavités dont le platine offre pour ainsi dire des moulages.

» Donc, à en juger par cette identité de formes, on admettrait que le platine s'est déposé dans la roche mère après la formation du fer chromé et que les cavités non remplies par le platine ont été remplies dans la suite par la serpentine et la dolomie. C'est pourquoi les grains de platine empâtés dans la serpentine sont plus réguliers et se rapprochent plus de la forme de cristaux. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'âge du squelette humain découvert dans les formations éruptives de Gravenoire (Puy-de-Dôme).* Note de MM. **Paul Girod** et **Paul Gautier**, présentée par M. Daubrée.

« L'âge des ossements humains de Gravenoire, dont la découverte a fait l'objet d'une précédente Communication ([1]), ne pouvait être fixé que par une étude détaillée du flanc est du volcan, permettant d'établir l'âge relatif des couches de scories dans la carrière.

» Le cône de scories de Gravenoire repose sur le bord d'une falaise granitique, protégée par une coulée de basalte des plateaux (β^2); cette falaise constitue la lèvre supérieure de la grande faille nord-sud, contre laquelle se relèvent les arkoses tongriennes de la Limagne. Dès la fin du

---

([1]) *Comptes rendus*, 19 mai 1891.

tertiaire, les eaux descendant des plateaux de Berzet et de Charade ont creusé, perpendiculairement à la direction de cette faille, une vallée profonde se dirigeant vers la plaine. Le torrent qui descendait de ces plateaux a entraîné de volumineux cailloux roulés (granits porphyroïdes, granits à grains moyens, granulites et pegmatites, quartz des filons, basalte ancien, gneiss et roches du terrain précambrien), qui sont englués dans une boue fine et limoneuse. Sur ce dépôt profond se superposent des lits d'argile; cette argile a une origine détritique, formée par la destruction des granits voisins et contient dans sa masse de gros blocs anguleux de granit et de basalte, éboulés de la falaise [1].

» C'est pendant le dépôt de ces argiles que la grande coulée de lave descendant de Bois-Seghou vers Aubière s'est engagée dans cette vallée. Après le comblement de la vallée par la lave, le cours d'eau rejeté, vers le sud, s'est creusé un nouveau lit le long de la coulée, tandis que des torrents descendant de la falaise de Gravenoire traversaient la coulée et remplissaient ses anfractuosités et ses crevasses d'un limon argileux contenant des scories remaniées.

» Les eaux descendant vers la plaine y apportaient ces formations argileuses qui se superposaient aux anciennes et contribuaient à constituer le sol des sablières exploitées à Sarlière, sur la limite de l'ancien lit de l'Allier.

» La formation des éboulis sur les fentes s'est continuée pendant que ces dépôts se formaient; on les retrouve sur divers points, superposés aux laves [2].

» Il nous semble impossible de séparer ces dépôts argileux si étroitement unis au point de vue stratigraphique : argiles sous-laviques, argiles sus-laviques, argiles sableuses de Sarliève ne constituent qu'un même dépôt dans lequel s'intercalent la coulée de lave et les scories qui l'accompagnent.

» Or, dans les sablières de Sarliève, le dépôt est facile à dater : le

(1) Ce sont ces argiles que le Dr Pommerol n'hésite pas à considérer comme un *terrain glaciaire, avec blocs erratiques*, correspondant à la formation de Perrier; nous ne pouvons relever dans ces couches aucun des caractères fondamentaux d'un dépôt glaciaire.

(2) Le Dr Pommerol en fait encore des *dépôts glaciaires*, plus récents, se rapportant à la seconde extension glaciaire, quaternaire. C'est sur cette assimilation de ces éboulis avec des *formations glaciaires* que le Dr Pommerol fixe l'éruption correspondante du volcan *dans la période interglaciaire*.

Dr Pommerol y a relevé une faune caractéristique avec : *Elephas primigenius, Rhinoceros tichorinus, Cervus taraudus, Bos primigenius, Equus caballus, Canis vulpes*, etc., et *des silex taillés de l'âge du Renne*. C'est la faune à *Cervus taraudus*, signalée par Pomel à Neschers, par M. Pommerol à Blanzat, où ont été découverts, sous les escarpements des coulées de lave, des *abris magdaléniens* nettement caractérisés.

» Le limon sus-lavique des fentes a donné à M. Taloustre le même *Bos*, le même *Equus*, le *Canis vulpes*, et, si l'on n'y rencontre pas le Mammouth et le Renne, on y a découvert l'*Arctomys primigenia*, espèce de marmotte très abondante encore pendant l'époque moustérienne.

» Les argiles sous-laviques ont donné au Dr Bouchereau un tibia de *Bos*, cuit par la lave, avec les argiles qui l'enfermaient et, à l'un de nous, une dent d'*Equus*.

» Nous nous croyons donc autorisés, par la stratigraphie et par la faune, à considérer l'ensemble de ces dépôts, et la coulée de lave interposée, comme datant de la fin du quaternaire, en plein *âge du Renne*.

» La petite vallée de la Brenne, où reposaient les débris humains, est affluente de la grande vallée dont nous venons de faire la description. Or, cette petite vallée présente la même superposition de couches que la grande, avec de simples différences dans l'épaisseur des lits d'argiles ou de scories, facilement explicables par sa position plus rapprochée du volcan et par la déclivité de sa pente.

» Pour nous, les *argiles jaunes provenant des roches granitiques*, qui contenaient les *ossements humains* et que recouvrent *les scories, en place, à gros éléments*, correspondent exactement aux *argiles sous-laviques* de la route de Beaumont et nous n'hésitons pas à les rapporter aux *dépôts post-glaciaires de l'âge du Renne*. Les ossements humains découverts par nous se trouvent ainsi datés d'une façon précise. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 janvier 1894.

Institut de France. Académie des Sciences. Bulletin du Comité international permanent pour l'exécution de la Carte du Ciel. Tome II. Deuxième fascicule. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-4°.

Le traitement des bois en France, estimation, partage et usufruit des forêts, par Ch. Broilliard, ancien professeur à l'École forestière. Paris, Berger-Levrault et Cie, 1894; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Alphonse de Candolle et son œuvre scientifique, par Marc Micheli. (Extrait des *Archives des Sciences physiques et naturelles.*) Genève, Aubert-Schuchardt, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)

Ministère de l'Agriculture. — Bulletin. Documents officiels. Statistique. Rapports. Comptes rendus de missions en France et à l'Étranger. Douzième année, Nos 5 et 6. Paris, Imprimerie Nationale, septembre 1893; 2 vol. gr. in-8°.

Ministère de la Marine. — Revue maritime et coloniale. Tome CXX, janvier 1894. Paris, Baudoin; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 22 janvier 1894.)

Note de M. *Maurice Blondel*, sur quelques phosphochromates :

Page 195, ligne 13, *au lieu de* mouvoir, *lisez* nourrir.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 5 FÉVRIER 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en annonçant à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Fremy*, s'exprime comme il suit :

« Un douloureux événement, que nos craintes n'avaient que trop prévu, vient d'atteindre l'Académie en la frappant dans un de ses Membres les plus vénérés. Notre Confrère M. Fremy a succombé à la longue maladie qui, depuis quelques années déjà, en menaçant ses jours, nous privait de sa présence. Il s'est éteint à l'âge de 79 ans, dans l'habitation qu'il occupait au Muséum d'Histoire naturelle, au cœur même de ce glorieux établissement où s'exerça si longtemps son activité féconde, ce Muséum qui lui était devenu si cher et dont il a tant contribué à augmenter le prestige.

» Ses obsèques ont eu lieu ce matin, au milieu d'une très grande affluence de confrères, de disciples et d'amis. Selon le désir du défunt,

aucun discours n'a été prononcé. Je ne crois pourtant pas aller à l'encontre de sa volonté, si j'exprime ici du moins la profonde émotion et la grande tristesse dont nous pénètre la perte de notre illustre Confrère, le doyen de la Section de Chimie.

» Déjà quel chagrin n'était pas le nôtre de voir une intelligence si vive, si alerte, par l'effet d'un mal implacable, se couvrir peu à peu d'un voile de mélancolie et se soustraire à la sollicitude des amitiés les plus sincères et des affections les plus dévouées !

» La carrière de notre Confrère a été longue, brillante et couronnée par tous les succès. Durant 37 années, il a fait honneur à l'Académie par la haute valeur de ses recherches, par le nombre et l'importance de ses découvertes scientifiques ; l'industrie lui doit quelques-uns de ses progrès les plus considérables.

» Professeur d'élite, il avait remplacé dans leurs chaires Gay-Lussac et Pelouze, qui avaient été ses maîtres et restèrent ses amis. Un enseignement remarquable lui assura la juste reconnaissance de la nombreuse jeunesse qui pendant plus d'un demi-siècle se succéda dans nos grandes écoles.

» Si je n'ai pas qualité pour faire l'analyse de ses travaux, il me sera permis de dire que son œuvre formera une des pages les plus glorieuses de la Chimie moderne. Bientôt, sans doute, un des maîtres formés à l'école de notre illustre Confrère tiendra à honneur d'en retracer l'ensemble. Quant à nous, Messieurs, nous garderons tous le souvenir de ce caractère affable, de cet esprit ouvert, empreint d'une constante sérénité, et si nous, ses Confrères, avons éprouvé le charme et la sûreté de son commerce, ils sont nombreux, d'autre part, les jeunes talents que sa généreuse bienveillance a guidés et encouragés au début de leur carrière. Je suis convaincu d'être l'interprète des sentiments de l'Académie, en adressant à celui qu'elle vient de perdre l'hommage unanime de ses regrets. »

Sur la proposition de M. **Friedel**, doyen de la Section de Chimie, l'Académie décide que la séance sera levée, en signe de deuil, immédiatement après le dépouillement de la Correspondance.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Complément à une précédente Note « Sur la propagation du son dans un fluide soumis à des résistances diverses » : détermination analytique du problème;* par M. **J. Boussinesq.**

« Pour compléter l'étude, que j'ai faite récemment ([1]), de l'équation

$$\frac{d^2 u}{dt^2} = \Delta_2 u \pm 4k^2 u, \tag{1}$$

où Δ_2 est le paramètre différentiel du second ordre $\frac{d^2}{dx^2} + \dots$ d'une fonction continue de point, u, dans un espace indéfini à une, deux ou trois coordonnées rectangulaires x, y, z, il ne sera peut-être pas inutile de prouver que cette équation détermine entièrement la suite des valeurs de la fonction u aux diverses époques t, dès que l'on se donne ses valeurs *initiales* $\varphi(x, y, z)$, ou valeurs relatives à l'époque $t = 0$, et celles, $\Phi(x, y, z)$, de sa dérivée première en t. Voici comment on peut le démontrer fort simplement, du moins quand on suppose la fonction u donnée aussi aux distances infinies de l'origine, c'est-à-dire astreinte soit à s'y annuler ou en toute rigueur, ou asymptotiquement, soit, d'une manière plus générale, à y tendre vers certaines valeurs finies, fonctions du temps t et de la direction.

» I. Gardons l'équation sous sa forme (1) quand le dernier terme a le signe inférieur $-$, ou écrivons-la, par conséquent,

$$\frac{d^2 u}{dt^2} = \Delta_2 u - 4k^2 u. \tag{2}$$

» Mais, dans le cas contraire du signe supérieur $+$, posons $u = e^{2kt} v$; ce qui, d'une part, conduit à remplacer l'équation (1) par l'équation en v,

$$\frac{d^2 v}{dt^2} + 4k \frac{dv}{dt} = \Delta_2 v, \tag{3}$$

et, d'autre part, donne, pour t nul, $u = v$, $\frac{du}{dt} = \frac{dv}{dt} + 2kv$. Il revient donc au même de connaître *initialement* u avec sa dérivée première en t, ou v avec sa dérivée analogue $\frac{dv}{dt}$, et aussi, d'ailleurs, d'astreindre u à prendre

([1]) Voir le numéro précédent des *Comptes rendus*, p. 223.

certaines valeurs pour chaque époque aux distances infinies de l'origine, ou d'y astreindre v.

» Cela posé, s'il existe, pour mêmes données initiales, deux solutions distinctes de l'équation (2) ou de l'équation (3), s'annulant ainsi à l'infini ou y tendant vers les mêmes valeurs, il est clair que leur différence sera encore une solution de l'équation (2) ou (3), mais une solution *initialement nulle avec sa dérivée première en t*, et évanouissante aux distances infinies de l'origine. Pour établir qu'une telle différence se réduit nécessairement à zéro, nous avons donc à montrer que toute fonction continue u ou v régie par l'équation (2) ou (3) et astreinte, avec sa dérivée première en t, à s'annuler pour $t = 0$, restera indéfiniment nulle, pourvu qu'elle doive sans cesse s'évanouir en tous les points infiniment éloignés de l'origine.

» Dans ce but, décrivons de l'origine comme centre, avec un rayon constant quelconque ι, la figure, σ, qui circonscrira tout l'espace ϖ dont les distances à l'origine sont inférieures à ι, savoir : la sphère $\sigma = 4\pi\iota^2$ dans le cas des trois coordonnées x, y, z; la circonférence $\sigma = 2\pi\iota$ dans le cas d'un plan ou de deux coordonnées seulement; enfin, l'ensemble des *deux* points d'abscisses $\pm\iota$, ensemble dont la valeur *constante* sera censée être $\sigma = 2$, dans le cas d'un simple espace linéaire ou à une seule coordonnée. Quel que soit le nombre, 3, 2, ou 1, des dimensions de ϖ, nous appellerons $d\iota$ une normale infiniment petite menée, vers le dehors, à chaque élément $d\sigma$ de sa limite σ, en prolongement du rayon ι qui le joint à l'origine; et nous représenterons par $\frac{d}{d\iota}$ la dérivée, suivant cette normale, de la fonction qui sera écrite après le d du numérateur.

» Multiplions l'équation (2) ou (3) par $2u\,d\varpi$ ou par $2v\,d\varpi$, et intégrons chaque terme dans toute l'étendue ϖ, après avoir substitué à $u\left(\frac{d^2u}{dx^2}+\ldots\right)$ et à $v\left(\frac{d^2v}{dx^2}+\ldots\right)$, respectivement,

$$\frac{d}{dx}\left(u\frac{du}{dx}\right)+\ldots-\left(\frac{du^2}{dx^2}+\ldots\right) \quad \text{et} \quad \frac{d}{dx}\left(v\frac{dv}{dx}\right)+\ldots-\left(\frac{dv^2}{dx^2}+\ldots\right),$$

c'est-à-dire, plus simplement, d'après la notation Δ_1 de Lamé pour les paramètres différentiels du premier ordre,

$$\frac{1}{2}\left(\frac{d^2u^2}{dx^2}+\ldots\right)-\Delta_1^2 u \quad \text{et} \quad \frac{1}{2}\left(\frac{d^2v^2}{dx^2}+\ldots\right)-\Delta_1^2 v.$$

» En transformant, par le procédé ordinaire, les termes intégrables

une fois en intégrales prises sur la figure limite σ, l'isolement de ceux-ci dans un membre de l'équation obtenue donnera

$$(4)\qquad \int_\sigma \frac{d.u^2}{d\tau}\,d\sigma = 2\int_\varpi \left(u\frac{d^2u}{dt^2} + \Delta_1^2 u + 4k^2u^2\right)d\varpi,$$

$$(5)\qquad \int_\sigma \frac{d.v^2}{d\tau}\,d\sigma = 2\int_\varpi \left(v\frac{d^2v}{dt^2} + \Delta_1^2 v + 4kv\frac{dv}{dt}\right)d\varpi.$$

» Or, supposons que, à partir de l'époque $t = 0$ où u et sa dérivée en t s'annulent, l'on considère ces équations (4), (5), pour les utiliser dès l'instant où u, v commenceraient à différer de zéro. Il est évident que, à un tel moment, la dérivée première $\frac{d(u,v)}{dt}$ prendra le signe de sa propre dérivée $\frac{d^2(u,v)}{dt^2}$, et que, de même, u ou v prendra le signe de $\frac{d(u,v)}{dt}$.

» Donc, dans les seconds membres de (4) et de (5), les produits $u\frac{d^2u}{dt^2}$, $v\frac{d^2v}{dt^2}$, $v\frac{dv}{dt}$, seront alors essentiellement positifs, tout comme les sommes de carrés $\Delta_1^2 u + 4k^2u^2$, $\Delta_1^2 v$. Et, en divisant par σ le premier membre de (4) ou de (5), il viendra

$$(6)\qquad \int_\sigma \frac{d.u^2}{d\tau}\frac{d\sigma}{\sigma} > 0, \qquad \int_\sigma \frac{d.v^2}{d\tau}\frac{d\sigma}{\sigma} > 0.$$

» D'ailleurs, lorsqu'on passe d'une figure σ quelconque, de rayon τ, à la suivante de rayon $\tau + d\tau$, les éléments $d\sigma$ de la première peuvent, en se déplaçant de $d\tau$ et se dilatant pour constituer la seconde, être censés compris toujours entre les mêmes droites émanées de l'origine, de manière que chacun reste une même fraction de la figure totale σ et que ses points se déplacent le long de normales $d\tau$. Alors l'élément $u^2\frac{d\sigma}{\sigma}$ ou $v^2\frac{d\sigma}{\sigma}$ de l'intégrale $\int_\sigma (u^2 \text{ ou } v^2)\frac{d\sigma}{\sigma}$ a, pour sa dérivée en τ, $\frac{d(u^2 \text{ ou } v^2)}{d\tau}\frac{d\sigma}{\sigma}$, et les premiers membres de (6) sont les dérivées en τ de $\int_\sigma u^2\frac{d\sigma}{\sigma}$, $\int_\sigma v^2\frac{d\sigma}{\sigma}$, c'est-à-dire des *valeurs moyennes* de u^2 et de v^2 sur toute l'étendue des figures σ. Ainsi les relations (6) reviennent à écrire

$$(7)\qquad \frac{d}{d\tau}(\text{valeur moy. de } u^2) > 0, \qquad \frac{d}{d\tau}(\text{valeur moy. de } v^2) > 0.$$

» La valeur moyenne de la fonction, essentiellement positive, u^2 ou v^2 à

la distance ι de l'origine, ne peut donc que croître avec ι, si elle cesse d'être nulle. Et, comme un tel accroissement est rendu impossible par l'annulation supposée de u^2 ou de v^2 à l'infini, l'on a bien, identiquement, $u^2 = 0$, $v^2 = 0$ à toutes les époques t *positives*, les seules dont on s'occupe d'ordinaire : ce qu'il fallait démontrer.

» II. Aux époques t négatives, le même raisonnement s'applique dans le cas des équations (2) et (4); car, pour t décroissant à partir de zéro, $\frac{du}{dt}$, dès qu'il cesse de s'annuler, prend signe contraire à $\frac{d^2u}{dt^2}$, et, u, signe contraire à $\frac{du}{dt}$; en sorte que u et $\frac{d^2u}{dt^2}$ sont encore de même signe et ont, dans l'équation (4), leur produit essentiellement positif.

» Quant à l'équation (5) où, sous le signe $\int_{\varpi}$, le produit $v\frac{dv}{dt}$ devient négatif, l'on peut y observer, en appelant t_0 l'instant où v commencerait à ne plus s'annuler, que le facteur $\frac{dv}{dt} = \int_{t_0}^{t}\frac{d^2v}{dt^2}\,dt$ est alors très petit devant $\frac{d^2v}{dt^2}$: chose évidente $\left(\text{à cause de } \int_{t_0}^{t} dt \text{ infiniment petit}\right)$ quand $\frac{d^2v}{dt^2}$ diffère initialement de zéro, mais non moins vraie quand $\frac{d^2v}{dt^2}$ part et *s'éloigne* de zéro avec $\frac{dv}{dt}$, car alors on a

$$\int_{t_0}^{t}\frac{d^2v}{dt^2}\,dt < \frac{d^2v}{dt^2}\int_{t_0}^{t} dt \qquad \text{(en valeur absolue).}$$

» Donc le terme négatif $4kv\frac{dv}{dt}$, où l'on suppose k fini, est masqué, dans la parenthèse de (5), par le terme positif $v\frac{d^2v}{dt^2}$; et la fonction continue v ne peut *à aucun moment*, pas plus que dans les autres cas, s'écarter de zéro.

» III. L'unité de la solution du problème étant ainsi établie, il en résulte, par exemple, que, dans un espace plan à deux coordonnées y et z, les deux formes que nous avons obtenues pour la solution, l'une, (7), en intégrales doubles, l'autre, (16), en intégrales triples, représentent les mêmes suites de valeurs. Et, cependant, leur identité semble être assez cachée; car, il n'apparaît pas, du moins à première vue, dans (16), comment il suffit que les fonctions arbitraires φ, Φ cessent de contenir la va-

riable $x + \tau \cos\alpha$, pour qu'une intégration devienne effectuable *sous forme finie*, et, le résultat, réductible à (7) [1].

---

[1] Cette réduction n'est cependant pas bien difficile : voici comment je viens de l'opérer.

Chacune des deux intégrales figurant au second membre de (16) se dédouble immédiatement, grâce à une intégration par parties dans laquelle on prend le potentiel sphérique $\int_\sigma$ pour facteur intégré, en deux intégrales, relatives, l'une, aux divers éléments de la surface σ de la sphère de rayon t décrite autour de (x, y, z) comme centre, l'autre, aux divers éléments $d\varpi = d\tau d\sigma$, à coordonnées $x + \mathrm{x}$, $y + \mathrm{y}$, $z + \mathrm{z}$, du volume ϖ de cette sphère. Des deux expressions, exactement pareilles, ainsi obtenues, celle, par exemple, où figure la fonction arbitraire φ est

$$(a)\quad \left\{\begin{aligned} &\int_\sigma \varphi(x + t\cos\alpha, y + t\cos\beta, z + t\cos\gamma)\frac{d\sigma}{t} \\ &\quad + 2k^2 \int_\varpi \mathrm{U}'(k^2t^2 - k^2\mathrm{x}^2 - k^2\mathrm{y}^2 - k^2\mathrm{z}^2)\,\varphi(x + \mathrm{x}, y + \mathrm{y}, z + \mathrm{z})\,d\varpi. \end{aligned}\right.$$

Cela posé, quand $x = 0$ et que φ se réduit à $f(y + \mathrm{y}, z + \mathrm{z})$, il y a symétrie de part et d'autre du plan des yz; et il suffit d'intégrer pour la demi-sphère située du côté des x positifs, en doublant les résultats. De plus, le volume $\frac{1}{2}\varpi$ peut être décomposé en filets élémentaires $d\mathrm{y}\,d\mathrm{z} \int d\mathrm{x}$ parallèles aux x, ayant pour leur base $d\mathrm{y}\,d\mathrm{z}$, sur le plan des yz, la projection correspondante, $d\sigma\cos\alpha$, de l'élément $d\sigma$ de sphère intersecté à leur extrémité d'abscisse $\mathrm{x} = t\cos\alpha$, et auquel aboutit le rayon t défini en direction par les deux cosinus directeurs $\cos\beta = \frac{\mathrm{y}}{t}$, $\cos\gamma = \frac{\mathrm{z}}{t}$. L'expression (a) devient aisément

$$(b)\quad 2\int_{\frac{1}{2}\sigma} f(y + t\cos\beta, z + t\cos\gamma)\frac{d\sigma}{t}\left[1 + 2k^2 t\cos\alpha \int_0^{t\cos\alpha} \mathrm{U}'(k^2t^2\cos^2\alpha - k^2\mathrm{x}^2)\,d\mathrm{x}\right].$$

La quantité entre crochets, si l'on pose, pour abréger, $kt\cos\alpha = \mathrm{A}$, $k\mathrm{x} = \lambda$, n'est autre que $1 + 2\mathrm{A}\int_0^{\mathrm{A}} \mathrm{U}'(\mathrm{A}^2 - \lambda^2)\,d\lambda$; et elle prend la forme suivante, quand on y remplace la fonction dérivée U' par son développement en série, déduit de (9),

$$(c)\quad 1 + 2\mathrm{A}\left(\pm \mathrm{A} + \frac{\mathrm{I}_1}{1^2.2} \pm \frac{\mathrm{I}_2}{1^2.2^2.3} + \frac{\mathrm{I}_3}{1^2.2^2.3^2.4} \pm \ldots\right), \quad \text{où} \quad \mathrm{I}_n = \int_0^{\mathrm{A}} (\mathrm{A}^2 - \lambda^2)^n\,d\lambda.$$

Or une intégration par parties, effectuée sur I_n avec λ pour facteur intégré, donne

$$(\text{pour } n > 0) \qquad \mathrm{I}_n = 2n\int_0^{\mathrm{A}} \lambda^2(\mathrm{A}^2 - \lambda^2)^{n-1}\,d\lambda = 2n\mathrm{A}^2\mathrm{I}_{n-1} - 2n\mathrm{I}_n;$$

» Il n'en est pas de même dans le cas d'une seule coordonnée, x par exemple. Alors la réduction de la forme (16) à la forme simple (11) se fait immédiatement. Car si l'on décompose la sphère $\sigma = 4\pi\tau^2$, par des plans parallèles aux yz, en zones élémentaires, dont l'une quelconque aura l'abscisse $x + \tau\cos\alpha = X$ et la hauteur dX ou l'aire $2\pi\tau\, dX$, les intégrales $\int_\sigma$ deviendront, dans la formule (16) où φ, Φ seront maintenant $f(X)$ et $F(X)$,

$$2\pi\int_{x-\tau}^{x+\tau} f(X)\, dX \qquad \text{et} \qquad 2\pi\int_{x-\tau}^{x+\tau} F(X)\, dX,$$

expressions pour lesquelles la règle de différentiation des intégrales définies donne les dérivées premières en τ,

$$2\pi[f(x+\tau)+f(x-\tau)] \quad \text{et} \quad 2\pi[F(x+\tau)+F(x-\tau)].$$

» Il suffit donc, après substitution de celles-ci dans (16), d'observer que $f(x-\tau)$, $F(x-\tau)$ pourront être supprimés sous les signes $\int$, à la condition d'étendre le champ des intégrales aux valeurs négatives de τ allant de $-t$ à zéro, pour avoir enfin

$$u = \frac{1}{2}\frac{d}{dt}\int_{-t}^{t} f(x+\tau)\, U(k^2t^2 - k^2\tau^2)\, d\tau + \frac{1}{2}\int_{-t}^{t} F(x+\tau)\, U(k^2t^2 - k^2\tau^2)\, d\tau,$$

c'est-à-dire, précisément, la formule (11), sauf le remplacement de r par x. »

---

d'où la formule de réduction

$$(d) \qquad I_n = \frac{2n}{2n+1} A^2 I_{n-1}.$$

Il en résulte, à partir de $I_0 = A$,

$$(d') \qquad I_1 = \frac{2}{3}A^3, \quad I_2 = \frac{2}{3}\frac{4}{5}A^5, \quad \ldots, \quad I_n = \frac{(1.2.3\ldots n)2^n}{3.5\ldots(2n+1)} A^{2n+1}, \quad \ldots,$$

et, enfin, par substitution de ces valeurs dans (c), la série

$$(c') \qquad 1 \pm \frac{(2A)^2}{1.2} + \frac{(2A)^4}{1.2.3.4} \pm \frac{(2A)^6}{1.2.3.4.5.6} + \ldots.$$

Le terme général, abstraction faite du signe, est

$$\frac{(1.2.3\ldots n)2^{n+1}A^{2n+2}}{(1.2\ldots n)^2(n+1).3.5\ldots(2n+1)} = \frac{(2A)^{2n+2}}{1.2\ldots(2n+2)}.$$

On reconnaît, dans cette série, le développement de co(2A) ou de co($2kt\cos\alpha$). Et l'expression (b) devient bien, comme il le fallait,

$$2\int_{\frac{1}{2}\sigma} \mathrm{co}(2kt\cos\alpha) f(y + t\cos\beta, z + t\cos\gamma)\frac{d\sigma}{t}.$$

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la propagation des ondes électromagnétiques*. Note de M. **Mascart**.

« Les recherches inaugurées par M. Hertz sur la propagation des ondes électromagnétiques, dans les cas de vibrations très rapides, ont une importance capitale par le rapport qu'elles établissent entre l'électricité et la lumière. M. Blondlot a donné, pour la première fois ([1]), une détermination complète des éléments du problème, en calculant la période par les dimensions du résonateur, et mesurant la longueur d'onde par expérience. Ces résultats semblaient indiquer cependant que, si la vitesse de propagation est toujours voisine de celle de la lumière, les nombres diminuent un peu à mesure que la longueur d'onde augmente; un calcul plus correct rétablit, au contraire, un accord remarquable entre les différentes expériences.

» Le coefficient de self-induction d'un fil de rayon ρ, formant un cadre rectangulaire de côtés a et b, peut se calculer simplement par la somme des flux de force magnétique que chacun des côtés émet dans l'intérieur du cadre. On trouve sans difficulté que, sur un point dont les coordonnées parallèles aux côtés a et b sont respectivement x et y, l'action F du côté b est

$$F = \frac{1}{x}\left[\frac{y}{\sqrt{x^2+y^2}} + \frac{b-y}{\sqrt{x^2+(b-y)^2}}\right].$$

» Le flux de force $\varphi(b)$ émis par le côté b dans le rectangle est l'intégrale du flux F $dx\,dy$ relatif à l'élément de surface $dx\,dy$. L'intégration doit être faite d'abord de 0 à b par rapport à y, puis de ρ à a par rapport à x. On obtient ainsi

$$\varphi(b) = \int_\rho^a \frac{dx}{x}\left(\sqrt{b^2+x^2} - x\right).$$

» C'est là encore une intégrale connue; représentant par m la diagonale du rectangle, il en résulte

$$\varphi(b) = 2\left[m - \sqrt{b^2+\rho^2} - (a-\rho) + b\,l_n\left(\frac{a}{\rho}\,\frac{b+\sqrt{b^2+\rho^2}}{b+m}\right)\right].$$

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 628; 1891.

» Le côté opposé donnera la même valeur et on obtiendra deux autres termes semblables pour les côtés *a*.

» Lorsque les rapports $\frac{\rho}{a}$ et $\frac{\rho}{b}$ sont négligeables devant l'unité, ce qui est généralement le cas des expériences, le coefficient L de self-induction du cadre peut s'écrire

$$L = 4\left[2(m-a-b) + a l_n \frac{2ab}{\rho(a+m)} + b l_n \frac{2ab}{\rho(b+m)}\right].$$

» Le calcul suppose que les courants sont uniquement superficiels. Si le courant était homogène, il suffirait d'y ajouter la demi-somme du contour, c'est-à-dire $a+b$.

» M. Blondlot a eu l'obligeance de vérifier si cette formule conduit à des résultats conformes à ceux qu'il avait obtenus par la formule de Neumann. En fait, il avait négligé de doubler, comme on doit le faire, le terme relatif aux côtés opposés et ses coefficients d'induction se sont trouvés trop grands.

» Il a bien voulu alors corriger ses calculs de cette cause d'erreur, ce qui conduit aux résultats suivants :

Cadre du résonateur.	Longueur d'onde.	Vitesse de propagation.
	m	km
I..................	8,94	302 100
I..................	11,04	306 800
I..................	11,58	304 100
II..................	14,32	308 200
II..................	16,20	306 000
III..................	18,30	305 200
II..................	18,32	300 600
II..................	22,68	295 500
III..................	25,72	300 100
II..................	27,28	299 900
IV..................	35,36	312 300
IV..................	33,70	297 600 (1)

» On ne voit plus dans ce Tableau aucune variation systématique de la vitesse avec la longueur d'onde et la moyenne générale est 303 200. Si l'on fait abstraction des expériences relatives au quatrième résonateur,

(1) La dernière expérience a été ajoutée par M. Blondlot.

considérées par l'auteur comme moins certaines, la moyenne devient 302 850 et l'écart maximum des résultats isolés à la moyenne n'atteint pas 2,5 pour 100. Un tel accord ne peut manquer d'ajouter à la confiance qu'inspirent les travaux de M. Blondlot.

» Il est intéressant de remarquer aussi que la moyenne des valeurs obtenues pour la vitesse de propagation des ondes électromagnétiques est supérieure de $\frac{1}{100}$ environ à celle de la lumière. Cette différence me paraît tenir surtout à ce que le calcul du coefficient de self-induction conduit généralement à un nombre trop faible. Le rayon ρ du fil intervient pour une part importante et on doit l'estimer trop grand, soit par suite des causes d'erreur qui interviennent dans la mesure, soit parce que le courant n'est pas réellement superficiel et qu'il pénètre dans une certaine épaisseur du fil. L'emploi de conducteurs plus gros permettrait peut-être d'améliorer l'expérience. »

M. **Hugo Gyldén** fait hommage à l'Académie du premier volume d'un Ouvrage intitulé « Traité analytique des orbites absolues des huit planètes principales ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **A.-J. Stuart** adresse un Mémoire « sur la force centrifuge à la surface de la Terre ».

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. **Pevzoff** adresse, de Moscou, une Communication relative au calcul du nombre π.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. **E. François** adresse un Mémoire relatif à la direction des ballons au moyen d'un propulseur aérien.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture d'une Lettre par laquelle MM. *Chollet* et *Chabert* annoncent que, conformément aux dernières volontés de Frédéric Cuvier, ils tiennent à la disposition de l'Académie les papiers de Georges Cuvier, son oncle, deux portraits et le masque de G. Cuvier, moulé immédiatement après sa mort.

M. **F. Garros** adresse ses remercîments à l'Académie, pour la distinction accordée à ses travaux.

ASTRONOMIE. — *Sur la théorie des satellites de Jupiter.* Note de M. **J.-J. Landerer**, présentée par M. Janssen.

« En poursuivant le travail que j'avais entrepris dans le but de soumettre au contrôle de l'observation la théorie des satellites de Jupiter, de M. Souillart (*Comptes rendus* du 11 avril 1892), il m'a été donné de faire, par des circonstances atmosphériques ne laissant rien à désirer, la série d'observations d'éclipses et de passages des ombres que j'ai l'honneur de communiquer aujourd'hui à l'Académie.

» Il est à remarquer que, par suite de la position particulière des nœuds des orbites, par rapport au rayon vecteur de la planète, et aussi en raison de la proximité du maximum d'inclinaison de celle du troisième satellite, la période que ces observations embrassent a été exceptionnellement favorable pour faire ressortir l'influence de la latitude dans la durée des phénomènes.

» Cette coordonnée fondamentale, ainsi que les divers éléments qui s'y rapportent, ont été calculés pour l'heure de la conjonction déduite de l'observation. L'incertitude dont est entaché le moment ainsi déduit ne dépassant jamais deux minutes, l'erreur qui en peut résulter pour la demi-durée théorique est toujours négligeable. Tous les calculs ont été faits en ayant égard aux nouvelles expressions que le savant professeur de Lille a données pour la partie elliptique des latitudes [1].

---

[1] *Bulletin astronomique*, t. X.

» Pour une étude de ce genre, les passages des ombres sont préférables aux éclipses, non seulement en raison de la nature même du phénomène, qui reste visible du commencement à la fin, quel que soit le satellite dont il s'agisse, mais encore parce que les corrections qu'on doit y appliquer (relatives à la phase de la planète, à la diffraction, à la distance de la corde parcourue au grand axe de l'ellipse) sont aussi bien calculables que celles qui ont rapport aux éclipses. Pour celles-ci j'emploie, depuis 1889, l'excellente méthode de M. Cornu.

» Le Tableau qui termine ces lignes montre, comme celui qui accompagnait ma Note précédente sur ce même sujet, un accord satisfaisant entre la théorie et l'observation. Seulement, dans le cas actuel, il est aisé de saisir, relativement au troisième satellite, une différence à allure systématique, sans que l'on puisse, pour le moment, en fixer la grandeur, le nombre d'observations étant encore trop restreint pour la déterminer exactement. Ajoutons, néanmoins, que, pour obtenir maintenant un accord plus complet, il suffirait d'admettre pour la longitude au 1er janvier 1850, soit l'élément dont l'influence dans le calcul a été prépondérante par suite des circonstances signalées, une valeur de $36°19'6''$ au lieu de $37°8'36''$.

» Je profite de l'occasion pour appeler l'attention sur deux faits ayant avec notre sujet une liaison évidente. D'après la *Connaissance des Temps* pour 1895, une éclipse du quatrième satellite doit avoir lieu le 17 janvier, avec une demi-durée de 16^m25^s. D'après le nouveau mode de calcul, le satellite doit se trouver, au moment de la conjonction, en dehors de la section de l'ombre, à $2'37''$ de son bord boréal, partant sur un anneau à peine efficace de la pénombre. Il serait donc bien intéressant de savoir dans quelle mesure il en sera obscurci.

» L'autre fait est relatif au passage de l'ombre de ce même corps, qui aura lieu sept jours après, et dont la demi-durée est fixée à 34^m30^s par l'éphéméride, tandis que le nouveau calcul ne lui assigne que 30^m3^s. En vertu de la position particulière que le satellite conservera encore lors de ce second phénomène, son observation entraînerait aussi beaucoup d'intérêt.

» Dans la liste suivante les phénomènes sont inscrits par ordre de latitude croissante. Les demi-durées sont exprimées en minutes et secondes.

Passages des ombres.

Satellites.	Dates.	Demi-durée calculée.	observée.	*Connaissance des Temps.*	Différence calc.—obs.
		m s	m s	m s	m s
I....	1892 août 25	63,24	63,29	67,30	—0,5
I....	1892 septembre 26	63,37	62,45	67,0	+0,52
I....	1892 octobre 3	63,38	63,50	67,0	—0,12
I....	1892 octobre 10	63,37	63,47	66,30	—0,10
I....	1892 décembre 23	63,16	63,0	66,0	+0,16
I....	1893 octobre 23	63,13	63,20	66,0	—0,9
II...	1892 août 14	72,25	73,44	78,0	—1,19
II...	1892 octobre 3	71,5	70,59	76,0	+0,7
II...	1892 octobre 10	71,13	71,28	76,0	—0,15
II...	1893 octobre 29	65,42	66,7	70,0	—0,25
III...	1892 août 26	65,49	67,46	74,0	—1,57
III...	1892 octobre 1	62,45	64,29	70,30	—1,44
III...	1794 janvier 10 (¹)	50,19	51,4	56,30	—0,45
III...	1893 octobre 23	45,56	47,5	53,0	—1,8

Éclipses.

Satellites.	Dates.	Demi-durée calculée.	observée.	*Connaissance des Temps.*	Différence calc.—obs.
III...	1892 septembre 13	62,38	63,27	65,57	—0,49
III..	1893 décembre 23	46,7	46,18	48,18	—0,11

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la température des hautes régions de l'atmosphère.* Note de M. **Alfred Angot**, présentée par M. Mascart.

« M. G. Hermite a critiqué récemment [2] l'emploi, pour évaluer la température des hautes régions de l'atmosphère, de la formule de Mendéléieff, dont il m'attribue à tort la paternité. Cette formule, purement hypothétique du reste, appliquée aux observations faites par M. Vallot au

---

[1] Observation faite à ma prière par M. Viniegra, directeur de l'observatoire de San Fernando, à l'aide des équatoriaux de Brunner et de Grubb.

[2] *Comptes rendus*, séance du 22 janvier 1894, p. 218.

sommet du mont Blanc, a donné pour température limite de l'atmosphère — 46°, nombre très voisin de celui qui résultait de l'ensemble des observations de montagnes, discutées antérieurement par M. Voeïkoff.

» Il serait très désirable de soumettre cette formule à l'épreuve d'observations recueillies en ballon à de grandes altitudes; les tentatives faites dans ce sens par M. Hermite le 21 mars et le 17 septembre 1893 offrent donc un grand intérêt, en montrant que l'on peut envoyer un ballon explorateur à 15^{km} de hauteur. Mais il est difficile de rien conclure des diagrammes, fort incomplets du reste, qui ont été obtenus dans ces deux ascensions.

» Dans la première, par suite d'un accident de manœuvre, on n'a pas pris les précautions indispensables pour garantir les instruments contre l'influence du soleil et du rayonnement. Dans la seconde, ces précautions ont été prises, mais le thermomètre marquait, à l'atterrissage, une température trop basse de 10° à 15°; il s'était donc déréglé pendant l'ascension, par suite du travail du métal ou par toute autre cause.

» Enfin, dans les deux cas, les enregistreurs ont été étalonnés d'une manière insuffisante. Pour graduer les thermographes aux basses températures, il ne suffit pas de mettre de l'acide carbonique liquide sur le réservoir; il est nécessaire que l'instrument tout entier soit placé dans une enceinte refroidie, à côté d'un thermomètre étalon. Cette épreuve s'impose également pour les baromètres.

» Il serait illusoire de tirer des observations de M. Hermite une indication quelconque, favorable ou contraire à telle ou telle hypothèse; mais il est curieux de remarquer que les résultats de la deuxième ascension, si on pouvait les admettre, seraient plutôt favorables à la formule de Mendéléieff. Au départ à 11^h, on avait une température de 12° et une pression de 760^{mm}; à midi, la température était constante et d'environ — 35°; le diagramme du baromètre était déjà interrompu; mais, en le prolongeant, on voit aisément que la pression devait être voisine de 160^{mm}. On en déduit pour température limite de l'atmosphère — 48°, nombre pratiquement identique à celui qui résulte des observations du mont Blanc.

» Rappelons en terminant que la célèbre ascension du 5 septembre 1862, faite *en ballon monté* par Glaisher et Coxwell, et où l'altitude de 10000^m fut probablement dépassée, donne comme température limite de l'atmosphère — 40° seulement. Avant de condamner l'hypothèse de Mendéléieff, il convient donc d'attendre que des observations aient été faites à

de grandes hauteurs, en nombre suffisant et dans des conditions satisfaisantes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la valeur thermique des fonctions de l'orcine.* Note de M. DE FORCRAND.

« L'orcine est un diphénol méthylé, auquel on attribue aujourd'hui la formule de constitution du dimétadioxytoluène

$$C^6H^3\begin{cases} CH^3 & (1) \\ OH & (3). \\ OH & (5) \end{cases}$$

» Cette hypothèse s'appuie surtout sur la transformation de la dimétadinitroparatoluidine en orcine, et la formation de l'acide diméthylrésorcylique au moyen de la diméthylorcine.

» J'ai entrepris la détermination des valeurs thermiques des deux fonctions phénoliques de ce composé dans le but de les comparer à celles des autres phénols et de confirmer les idées admises sur sa constitution.

» La préparation de ses dérivés sodiques mono- et bi-substitués présente quelques difficultés, en raison de l'altération rapide de ces produits au contact de l'air, et aussi de l'affinité qu'ils ont pour le dissolvant employé (eau ou alcool). On sait, d'ailleurs, que l'orcine elle-même retient à l'état cristallisé une molécule d'eau, qu'elle ne cède que très incomplètement et très lentement en présence de l'anhydride phosphorique à froid; ce caractère appartient aussi à ses combinaisons métalliques.

» Les premiers essais pour obtenir les orcines mono- et di-sodées ont été faits en prenant l'alcool éthylique absolu comme dissolvant; mais ces produits retiennent encore de $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{4}$ de molécule d'alcool, qu'une température de 160° dans un courant d'hydrogène sec ne leur enlève pas. Les corrections provenant de ce fait sont assez incertaines; aussi ces corps m'ont-ils fourni, pour les deux valeurs cherchées, les nombres $+41^{Cal},90$ et $+38^{Cal},22$, qui diffèrent de plus de 1^{Cal} des nombres véritables.

» On obtient des corps beaucoup plus purs en employant, pour l'orcine monosodée, l'eau comme dissolvant. (L'orcine anhydre ou hydratée est alors chauffée simplement avec la quantité calculée d'une solution de soude dans un courant d'hydrogène sec). Pour avoir l'orcine disodée, il vaut mieux dissoudre le sodium dans le poids équivalent d'orcine anhydre, dissous préalablement dans l'alcool méthylique absolu, que l'on chasse ensuite dans l'hydrogène; le produit ne retient que $\frac{1}{15}$ de molécule de cet

alcool. On peut d'ailleurs employer aussi ce dernier procédé pour l'orcine monosodée, mais elle conserve encore $\frac{1}{10}$ de molécule d'alcool méthylique.

» Ces composés forment des croûtes dures, à peine colorées en rose ou en brun, déliquescentes, et se colorant fortement à l'air. Ils sont sensiblement purs :

» *Analyses :*

	Na pour 100.	Calculé.
Orcine monosodée, obtenue en présence de l'eau	15,81	15,75
» l'alcool méthylique..	15,45	»
Orcine disodée, par l'alcool méthylique	27,03	27,38

» J'ai utilisé, pour l'étude thermique de ces corps, les chaleurs de neutralisation publiées par MM. Berthelot et Werner, soit $+8^{Cal},25$ et $+7^{Cal},03$. J'ai obtenu les mêmes nombres en répétant ces expériences à $+10^{\circ}$ pour des dilutions de 1 molécule dans 2^{lit} pour chaque composé. J'ai dû mesurer de nouveau la chaleur de dissolution de l'orcine anhydre (deshydratée après fusion) et j'ai trouvé $-2^{Cal},64$ pour 1 molécule (124^{gr}) dans 2^{lit} d'eau à $+10^{\circ}$.

» Partant de ces données, il suffit de dissoudre séparément les deux orcines sodées, la première dans 4^{lit}, la seconde dans 6^{lit} d'eau, ce qui donne, vers $+10^{\circ}$:

Orcine monosodée	$+8^{Cal},46$
Orcine disodée	$+17^{Cal},44$

» J'ai d'ailleurs vérifié encore la pureté des produits employés, en ajoutant à la première dissolution une demi-molécule d'acide sulfurique ($49^{gr} = 2^{lit}$), ce qui a donné

$$+7^{Cal},58 \qquad (\text{au lieu de } +15,85 - 8,25 = +7,60);$$

et à la seconde dissolution d'abord une demi-molécule d'acide, puis une seconde, ce qui a fourni

$$+8^{Cal},77 \qquad (\text{au lieu de } +15,85 - 7,03 = +8,82)$$

et

$$+7^{Cal},63 \qquad (\text{au lieu de } +7,60).$$

J'ai constaté en outre la neutralité de ces liqueurs finales.

» Les nombres qui précèdent permettent de calculer les réactions suivantes :

	Cal
Orcine anhydre solide + Na sol. = H gaz + orcine monosodée sol...	+40,23
Orcine monosodée sol. + Na sol. = H gaz + orcine disodée sol......	+39,13
Orcine anhydre sol. + Na^2 sol. = H^2 gaz + orcine disodée sol......	+79,36

soit, pour la valeur moyenne des deux fonctions,

$$\frac{79,36}{2} \quad \text{ou} \quad +39^{\text{Cal}},68.$$

Ces nombres sont très voisins de ceux que fournissent les autres phénols étudiés. Ils permettent en outre quelques remarques relativement à la constitution de l'orcine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le campholène.* Note de M. **Guerbet**, présentée par M. Friedel.

« Le campholène a été préparé pour la première fois par Delalande, qui l'obtenait en faisant réagir l'anhydride phosphorique sur l'acide campholique. La formule de la réaction est la suivante

$$C^{10}H^{18}O^2 - H^2O = C^9H^{16} + CO.$$

» Delalande attribua à ce carbure le point d'ébullition 135°-139°. Depuis, il a été obtenu par M. Kachler (*Liebig's Annalen der Chemie*, t. CLXII, p. 266) en distillant le campholate de potassium en présence de chaux sodée, et par M. Zürrer (*Ber. der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XX, p. 484) dans les produits de la distillation du campholénate de chaux.

» J'ai repris l'étude de ce carbure et j'ai constaté que le produit bouillant à 135°-137° donne, après six rectifications à la colonne Le Bel-Henninger, un carbure bouillant à 134°.

» Le procédé indiqué par Delalande donnant de mauvais rendements, il est préférable, pour préparer ce carbure, de distiller le chlorure de campholyle en présence d'une trace d'anhydride phosphorique.

» Le dédoublement du chlorure de campholyle se fait suivant la réaction

$$C^{10}H^{17}ClO = HCl + CO + C^9H^{16}.$$

» Le rendement est de 73 pour 100 de la théorie. Une seule rectification suffit pour obtenir le carbure pur. Celui-ci a été identifié avec le campholène de Delalande par l'analyse, la densité de vapeur et les propriétés chimiques.

» Il est incolore, son odeur est analogue à celle du térébenthène, sa saveur est brûlante. Il bout à 134° sous la pression 758$^{\text{mm}}$. Sa densité de vapeur est 4,26, la théorie demandant 4,28. Sa densité à l'état liquide est 0,8115 à 0°. Il est dénué de pouvoir rotatoire.

» Il absorbe lentement l'oxygène.

» Le brome ajouté au campholène, refroidi à 0°, l'attaque violemment avec dégagement d'acide bromhydrique. Mais si, dans une solution chloroformique de campholène au dixième, on verse une solution chloroformique de brome au dixième, le brome est absorbé tranquillement et cesse de l'être quand on en a ajouté 1 molécule pour 1 molécule de campholène. Il n'y a pas de dégagement sensible d'acide bromhydrique. Le composé formé est très instable et perd son brome à l'état d'acide bromhydrique si l'on évapore le chloroforme.

» Avec l'acide iodhydrique gazeux à 0°, le campholène donne un iodhydrate cristallisé $C^9H^{16}.HI$, comme le montre l'analyse.

» Cette combinaison est très instable et perd peu à peu son acide iodhydrique à l'air, en devenant liquide et se colorant de plus en plus. Conservée en tube scellé dans 1 atmosphère d'acide iodhydrique, elle se colore peu à peu en devenant liquide.

» Le campholène, chauffé à 280° en tubes scellés avec deux fois son volume d'une solution d'acide iodhydrique saturée à 0°, donne un carbure qui bout à 132°-134°, dont la densité à l'état liquide à 0° est 0,783. Il répond à la formule C^9H^{18}, comme le montre l'analyse.

» La densité de vapeur a été trouvée de 4,35, la densité calculée étant 4,36. Ce carbure a tous les caractères des hexahydrures benzéniques. Il ne fixe pas le brome, n'est attaqué à froid, ni par l'acide sulfurique fumant, ni par l'acide nitrique fumant. A chaud, cette attaque n'a lieu qu'avec une extrême lenteur.

» Chauffé pendant dix jours à 60°-70°, avec un mélange de 2 volumes d'acide sulfurique fumant et de 1 volume d'acide nitrique fumant, il donne une petite quantité d'un dérivé nitré qui, purifié par cristallisation dans l'alcool, fond à 185°. C'est le point de fusion du trinitropseudocumène. La petite quantité de matière obtenue n'a pas permis d'en faire l'analyse quantitative.

» Ce même carbure, C^9H^{18}, a été bromé par la méthode de M. Gustavson (*Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XIV, p. 1709), action du brome à 0° en présence du bromure d'aluminium. Il s'est formé un dérivé bromé, facile à purifier par cristallisation dans le benzène, puis sublimation. Il se sublime en longues aiguilles blanches fondant à 233°. C'est le point de fusion du tribromopseudocumène. L'analyse montre d'ailleurs l'identité de ces deux corps.

» Le carbure C^9H^{18} est donc identique avec l'hexahydropseudocumène retiré des pétroles de Bakou (Markownikow et Oglobline, *Journal de la Société chimique russe*, t. XV, p. 331).

» Il en résulte que le campholène qui le produit par hydrogénation doit être considéré comme étant du tétrahydropseudocumène.

» *Action de l'acide sulfurique sur le campholène.* — L'acide sulfurique, agité avec le tiers de son poids de campholène, noircit rapidement, en même temps qu'il se dégage de l'acide sulfureux avec production de chaleur. On voit le volume de carbure diminuer peu à peu, puis l'absorption cesse. Le carbure qui surnage est décanté, puis rectifié. Il bout alors à 135°-137°. En l'agitant à plusieurs reprises avec l'acide sulfurique fumant, légèrement chauffé, on arrive à abaisser son point d'ébullition à 132°-134°. Il possède alors les mêmes propriétés physiques et chimiques que l'hexahydropseudocumène, décrit plus haut.

» La solution sulfurique, séparée du carbure qui surnage, laisse séparer, lorsqu'on l'étend d'un grand volume d'eau, un carbure oléagineux qui, purifié par distillation fractionnée, bout à 165°-168°, sous 3cm de mercure ou vers 266°-270°, avec décomposition partielle, sous la pression ordinaire. Ce carbure a pour formule $(C^9H^{16})^n$, comme le montre l'analyse, et, à cause du point d'ébullition, sans doute $(C^9H^{16})^2$.

» Ce dicampholène possède une odeur analogue à celle du térébenthène; il est oléagineux et s'oxyde assez rapidement à l'air, en se colorant et demeurant résineux.

» Cette transformation du campholène par l'acide sulfurique est tout à fait analogue à celle que subit le tétrahydrotoluène de l'huile de résine ou de la perséite sous l'influence du même agent (Renard, *Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, t. I, p. 231; Maquenne, *ibid.*, 6e série, t. XXVIII, p. 279).

» Elle montre que le carbure que M. Etard (*Comptes rendus*, 15 mai 1893) a obtenu dans l'action du chlorure de zinc sur le camphre α chloré ne peut être le campholène, comme le pense ce savant. En effet, M. Etard purifie ce carbure par agitation avec l'acide sulfurique. Or, nous venons de voir que le campholène est rapidement transformé par cet agent en hexahydropseudocumène et dicampholène. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Atténuation du venin de vipère par la chaleur et vaccination du cobaye contre ce venin.* Note de MM. **C. Phisalix** et **G. Bertrand**, présentée par M. A. Chauveau.

« Les auteurs classiques admettent que le venin de vipère peut être soumis à l'ébullition sans qu'il perde rien de ses propriétés venimeuses [1].

---

[1] Cependant, M. le Professeur Gautier a reconnu que le venin de cobra est par-

La similitude des principes actifs de ce venin avec les substances diastasiques rendait déjà cette assertion peu vraisemblable : une étude systématique de l'action de la chaleur nous a conduits à des conclusions opposées. Nous avons en outre reconnu que le venin, traité par la chaleur, est doué de propriétés vaccinantes.

» Les résultats des premiers expérimentateurs pouvaient être dus à ce qu'ils inoculaient de trop grandes quantités de venin chauffé, de telle sorte que, malgré une destruction partielle, il restait encore assez de toxique pour produire l'envenimation. C'est pourquoi nous avons opéré avec une quantité limite et dont nous connaissions bien les effets par nos expériences antérieures; c'est la dose minima mortelle pour un cobaye de 500^{gr} ; elle correspond à $\frac{3}{10}$ de milligramme de venin sec.

» Cette dose, dissoute dans $1^{cc},5$ d'eau salée physiologique, était introduite dans un tube de verre étroit, qu'on scellait à la lampe. Le tube était ensuite maintenu dans une grande masse d'eau à la température voulue, puis retiré au bout d'un temps convenablement choisi et son contenu inoculé au cobaye.

» Dans ces conditions, nous avons constaté qu'à 60°-70° l'atténuation du venin est déjà très sensible; après un quart d'heure de chauffage il n'amène plus la mort qu'au bout de trente-six à quarante-huit heures, tandis qu'une même dose de venin entier tue l'animal en moins de dix heures. *A partir de* 75° l'action de la température devient très manifeste. L'animal présente quelquefois de légers symptômes d'échidnisme, *mais survit à l'inoculation.* Ces symptômes sont d'autant plus faibles que la durée du chauffage est plus grande ou la température plus élevée; le plus souvent déjà ils sont nuls avec un venin maintenu cinq minutes à 80° ou un quart d'heure à 75°. Toutefois, par une courte application d'une température élevée, nous avons obtenu un résultat inattendu. En portant le venin à l'ébullition, en vingt ou vingt-cinq secondes, et le refroidissant aussitôt, on dissocie les phénomènes locaux et les phénomènes généraux de l'envenimation; on supprime les premiers, tandis que les seconds subsistent et entraînent la mort en vingt-quatre ou quarante-huit heures.

» Une dissociation si nette, par le procédé spécial que nous venons d'indiquer, nous a fait concevoir des modifications plus importantes et nous nous sommes demandé si le venin chauffé ne deviendrait pas un vaccin contre le venin entier.

» Nous avons donc soumis, à l'épreuve de l'inoculation mortelle, des cobayes qui avaient reçu quelques jours auparavant une injection de venin

---

tiellement altéré à 100° (*Cours de Chimie,* t. III, p. 183; 1892). D'après M. Calmette, c'est à 98°, température voisine de l'ébullition, que ce venin perd sa virulence (*Ann. de l'Inst. Pasteur*, 1892).

atténué par la chaleur, et nous avons constaté, non seulement qu'ils ne succombent pas, mais encore qu'ils ne présentent aucun symptôme appréciable d'envenimation. Nous avons répété ces expériences plusieurs fois, toujours avec le même succès, sur des cobayes qui avaient reçu préalablement du venin chauffé à 75°, 80° et 90° pendant cinq minutes.

» Voici, à titre d'exemple, une de ces expériences :

» *Expérience.* — Le 11 janvier, à 10h,35m, on injecte dans les cuisses d'un cobaye mâle du poids de 510gr, $\frac{3}{10}$ de milligramme de venin de vipère chauffé à 75° pendant cinq minutes.

			Observations.
Température avant l'injection, à	10h.15m.....	39°,6	Mouvements nauséeux peu prononcés.
Température après l'injection, à	11.00.....	39,7	
»	11.30.....	40,15	Aucun symptôme local.
»	12.00.....	39,8	
»	2.28.....	39,7	
»	6.00.....	39,6	

» Le 13 janvier à 10h 10m on inocule dans la cuisse droite de ce cobaye $\frac{3}{10}$ de milligramme de venin entier.

			Observations.
Température avant l'injection à	10h.08m.....	40°,2	Mouvements nauséeux à peu près nuls.
Température après l'injection à	10.30.....	40,1	
»	10.55.....	39,3	Aucun gonflement local; ce cobaye conserve sa vivacité.
»	10.45.....	39,1	
»	2.30.....	39,8	

» Le 14 janvier, il n'y pas d'œdème appréciable au point d'inoculation. Il reste bien portant les jours suivants et vit encore aujourd'hui 5 février.

» Dans une autre expérience, un cobaye qui avait reçu $\frac{6}{10}$ de milligramme de venin atténué cinq minutes à 75° a supporté, aussi bien que le précédent, $\frac{6}{10}$ de milligramme de venin entier.

» L'expérience précédente montre que le venin chauffé élève la température. Le venin entier, au contraire, même aux doses faibles de $\frac{1}{10}$ de milligramme l'abaisse toujours. Cette hyperthermie est encore plus accentuée avec le venin chauffé à 80° et à 90°. En outre, le venin chauffé vaccine, tandis que le venin entier, même à dose faible, engendre seulement une accoutumance progressive et lente, mais pas de vaccination réelle. Nous nous croyons donc autorisés à formuler les conclusions suivantes :

» Dans les substances toxiques du venin, il y a lieu de distinguer : 1° une substance à action phlogogène, comparable à certaines diastases, à laquelle nous proposons de réserver le nom d'*échidnase;* 2° une sub-

stance à action générale qui impressionne vivement le système nerveux, trouble le fonctionnement de l'appareil vaso-moteur et suffit pour amener la mort; ses effets se traduisent chez le cobaye par une hypothermie considérable : nous l'appellerons *échidnotoxine*. Ces deux substances sont considérablement modifiées, sinon détruites, par une température voisine de 75°. Le venin ainsi chauffé acquiert des propriétés vaccinantes, soit parce que la chaleur respecte des substances douées de ces propriétés, soit parce qu'elle en fait naître aux dépens des matières toxiques, mais ces dernières hypothèses exigent de nouvelles recherches ([1]). »

ÉCONOMIE RURALE. — *De l'utilisation des produits ligneux pour l'alimentation du bétail.* Note de M. **Émile Mer**, présentée par M. Dehérain.

« Pour parer, dans une certaine mesure, aux effets désastreux de la sécheresse qui a signalé le printemps et l'été derniers, j'ai entrepris diverses recherches sur l'alimentation du bétail par les produits ligneux, en utilisant, non seulement les branchettes d'arbres, mais encore les pousses des arbustes, arbrisseaux et sous-arbrisseaux qui se trouvaient à ma disposition dans les sapinières des hautes Vosges.

» Seules les pousses de l'année sont franchement acceptées par le bétail. Pendant les mois de mai, juin et juillet, on peut les distribuer à l'état frais, à condition de n'en faire qu'un usage modéré, précaution qui doit, du reste, être prise en tout temps. Dès le mois d'août, ces pousses ayant durci ne sont plus consommées en totalité, et il est nécessaire de leur faire subir une préparation, d'ailleurs peu compliquée.

» Quant aux provisions d'hiver, il convient, comme pour celles des fourrages herbacés, de choisir l'époque où les pousses ne sont plus en voie de croissance et où cependant elles ont encore conservé une grande partie de leurs qualités nutritives. Elles ont généralement terminé leur croissance en longueur vers la fin de juillet. D'autre part leur teneur en matières albuminoïdes varie peu, depuis le moment où les feuilles sont adultes jusqu'au mois de septembre ; en voici un exemple :

	Azote.	Tanin.
Pousses de l'année d'Airelle myrtille récoltées le 27 juin........	1,210 ([2])	1,872
» » » 10 septembre....	1,135	4,109

([1]) Travail du Muséum d'Histoire naturelle.

([2]) Ces résultats d'analyses, comme ceux qui suivront, sont rapportés à 100 de matière sèche.

» La proportion d'azote a peu diminué; la proportion de tanin a sensiblement augmenté.

» A partir du mois de septembre, il se produit peu à peu, dans la constitution des feuilles, de profonds changements, même quand la lumière est encore vive et la température élevée. Assez longtemps encore elles restent vertes et rien en apparence ne décèle le travail de désorganisation dont elles sont déjà le siège. L'amidon y devient de plus en plus rare, puis finit par disparaître. Les matières albuminoïdes diminuent, en même temps le tanin augmente. Les déterminations suivantes montrent ces changements.

		Azote.	Tanin.
Feuilles adultes encore vertes de sureau à grappes.	10 septembre .	3,783	0,744
» »	12 octobre....	1,645	3,544
Feuilles adultes encore vertes de sorbier des oiseaux.	10 septembre .	2,081	0,850
» »	12 octobre....	1,869	3,326

» C'est donc le mois d'août qui est tout indiqué pour la récolte des fourrages ligneux. A la rigueur, on peut la commencer au 15 juillet, comme il est possible de la poursuivre jusqu'au 15 septembre, en sacrifiant dans le premier cas un peu de la quantité et un peu de la qualité dans le second. Cette latitude de deux mois n'est pas un des moindres avantages qu'offre la récolte des fourrages ligneux, car elle permet d'y procéder à loisir et de choisir son temps pour l'effectuer dans de bonnes conditions. Un autre avantage que présente cette récolte est la facilité de la dessiccation, conséquence de la faible teneur en eau des ramilles.

» J'ai employé toutes les essences que j'ai rencontrées : hêtre, sapin, bouleau, sorbier, aune, coudrier, bourdaine, airelle, myrtille, ronce, bruyère, genêt à balai. Malgré les conditions défectueuses où je me trouvais placé et les nombreux tâtonnements auxquels mes essais ont donné lieu, les frais de récolte n'ont pas dépassé 30^{fr}, la tonne de produits séchés à l'air. On sait qu'à cette époque la tonne de foin valait 180^{fr} et qu'en temps normal elle en vaut 80. Depuis six mois j'ai distribué à 18 vaches laitières un mélange de toutes ces essences en le faisant entrer à raison de 4^{kg} dans les rations journalières, sans avoir constaté aucune indisposition, ni aucun ralentissement anormal dans la production du lait.

» Les feuilles des grands arbres sont d'un accès trop difficile pour qu'il y ait avantage à les recueillir. J'ai reconnu néanmoins qu'on peut, après leur chute, les utiliser dans l'alimentation, à condition de ne pas les laisser détériorer par un trop long séjour sur le sol. En cet état, malgré la grande diminution des matières albuminoïdes, il en subsiste assez dans les feuilles

mortes pour qu'elles aient à cet égard une teneur supérieure à celle de la paille, ainsi qu'il résulte du Tableau suivant, se rapportant à des feuilles, les unes encore vertes, les autres entièrement jaunes, récoltées le même jour (12 octobre), sur le même arbre et souvent sur le même rameau.

	Sorbier.		Bouleau.		Hêtre.		Marronnier.		Airelle myrtille.	
	F. vertes.	F. jaunes.	F. vertes.	F. jaunes.	F. vertes.	F. jaunes.	F. vertes.	F. jaunissantes.	F. vertes.	F. rougissantes.
Azote...	1,869	0,895	2,553	0,880	2,726	0,790	1,844	1,466	1,135	0,993
Tanin...	3,326	3,260	7,392	4,120	4,304	2,740	»	»	4,106	5,360

» Ces feuilles mortes sont consommées, en mélange avec des betteraves hachées.

» Les diverses pousses d'un arbre n'ont pas la même richesse en matières albuminoïdes. Celle-ci augmente généralement avec leurs dimensions :

	Azote.	Tanin.
Pousses très vigoureuses de saule (axes), 10 sept.	0,762	0,318
Pousses moyennement vigoureuses de saule (axes), 10 sept.	0,658	0,204
Pousses très vigoureuses de saule (feuilles), 10 sept.	2,364	1,084
Pousses moyennement vigoureuses de saule (feuilles), 10 sept.	1,986	2,340

» Mais ce sont surtout les rejets qui renferment une grande proportion de matières azotées.

			Azote.	Tanin.
Aune glutineux (Axes)	Rejets vigoureux	27 juillet.	2,831	3,623
	Petites pousses de l'année (branches basses)	id.	1,318	3,826
Aune glutineux (Feuilles)	Rejets vigoureux	id.	4,100	1,304
	Petites pousses de l'année (branches basses)	id.	2,700	4,348

» En outre, les rejets étant plus tendres que les branches, et la récolte en étant moins coûteuse parce qu'ils sont plus longs, plus rapprochés et plus à la portée de la main, il y a tout intérêt à leur donner la préférence. On tirerait donc un meilleur parti des arbustes et arbrisseaux en les exploitant de manière qu'ils ne portent plus ensuite que de jeunes rejets qu'on couperait chaque année en août.

» D'après les résultats d'analyses qui précèdent, les feuilles renferment bien plus de matières protéiques que les axes. La teneur de ceux-ci en azote décroît rapidement à mesure qu'ils deviennent plus âgés.

Pousses de Bourdaine (27 juillet).

	Bois de l'année.	Bois de 1 an.	Bois de 2 ans.	Bois de 3 ans.
Azote	1,137	0,713	0,540	0,230

» Comme le bois âgé de plus d'un an n'est accepté par le bétail qu'après avoir été réduit en pulpe et que jusqu'à présent ce broyage est très coûteux, on doit se contenter de récolter les pousses de l'année, ou du moins de ne couper des branches plus âgées que lorsqu'elles portent des pousses de l'année; encore le diamètre de ces branches ne doit-il pas dépasser un demi-centimètre. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Observations physiologiques sur le rein de l'Escargot* (Helix Pomatia L.). Note de M. **Paul Girod**.

« La présence de l'*acide urique* dans le rein de l'Escargot est indiscutée : chaque trabécule est tapissée par une couche unique de cellules excrétrices, et chacune de ces cellules contient, dans une vacuole arrondie, une masse globuleuse où prédomine l'acide urique. Le noyau reste très évident à la base de la cellule. Pour nous, la cellule excrétrice tombe avec sa vacuole chargée des substances excrétées; elle ne peut présider à la reconstitution de son protoplasme et jouer de nouveau un rôle excréteur. Elle est rejetée, poussée par les cellules jeunes qui se multiplient au point où les trabécules s'insèrent sur la paroi, par un procédé analogue à celui qui a été signalé par nous dans la poche du noir des Céphalopodes. La cellule excrétrice se détache et disparaît, tandis que de nouveaux éléments, à protoplasme d'abord indifférent, forment leurs vacuoles et président à l'élaboration du globule d'acide urique.

» L'urine extraite du rein, par ponction de la paroi, se présente, au microscope, comme un liquide chargé de débris de cellules, rempli de globules uriques encore enfermés dans la vacuole ou devenus libres.

» L'urine obtenue par cathétérisme de l'uretère et légère aspiration est un liquide transparent, ne montrant, au microscope, que de très rares globules uriques, plus ou moins corrodés à leur surface.

» Il y a donc une différence considérable entre le liquide encore enfermé dans le rein et l'urine prête à être rejetée au dehors.

» L'examen des coupes histologiques, faites dans de bonnes conditions, met ce fait en évidence, opposant l'aspect des trabécules, plongés dans une masse pressée de globules uriques, à celui de la vésicule et de l'uretère, où l'on ne trouve que par hasard quelques globules corrodés, égarés contre les parois.

» L'explication de cette différence si saisissante m'a été donnée par l'analyse de l'urine obtenue par cathétérisme : j'ai soumis une cinquantaine d'escargots à cette opération, qui est assez aisée, en utilisant un tube de verre effilé, à pointe mousse, avec un petit ballon aspirateur : j'ai pu recueillir ainsi une quantité d'urine suffisante pour un examen chimique qualitatif. Le point fondamental mis en évidence par cette analyse est la présence, dans ce liquide transparent, d'une forte quantité d'*urate de soude*. Par une dessiccation lente, on peut suivre, sous le microscope, la formation des groupes de cristaux si caractéristiques de ce sel. L'escargot ne rejette donc pas directement au dehors l'*acide urique* sécrété par le rein : il le rejette transformé en *urate de soude*.

» Ce résultat étant acquis, il est facile de suivre, sur les coupes en série, la dissolution des globules uriques provenant du rein et passant dans la vésicule. On trouve les globules corrodés, de plus en plus réduits, à mesure qu'on descend vers l'uretère. Or ces globules traversent des trabécules, très serrés vers le sommet de la vésicule, et devenant de plus en plus lâches à mesure qu'on remonte l'uretère. Ces trabécules portent des *cellules glandulaires cylindriques,* bien différentes des cellules excrétrices du rein, et c'est à leur contact que se produit la dissolution des globules uriques. Nous n'hésitons pas à les considérer comme présidant à une sécrétion alcaline ; la base est la soude, mais nous n'avons pu déterminer l'acide qui entre dans la constitution du sel donnant à la sécrétion ses propriétés si spéciales touchant l'acide urique.

» Dans mes recherches sur la circulation du rein de l'escargot (1), j'ai mis en évidence les faits suivants. La vésicule et l'uretère ne reçoivent que du *sang veineux* par les arborisations des troncs pulmonaires afférents et, de ce fait, les lacunes creusées dans les trabécules de la glande alcaline sont traversées par ce sang veineux. La glande urique, au contraire, est essentiellement alimentée par du *sang hématosé*, apporté par les veines portes, qui ont pour origine les arborisations pulmonaires efférentes et

---

(1) *Recherches sur la circulation bojanienne,* in *Congrès de Moscou,* 1892.

pour terminaison les arborisations rénales, et par l'artère bojanienne nourricière.

» Ainsi, l'escargot possède, dans sa vésicule urinaire, une *glande alcaline* spéciale, chargée de transformer, par sécrétion, en *urate de soude*, l'*acide urique* excrété par le rein. Il sera intéressant de constater si, chez les Mollusques où l'on n'observe pas de dépôts uriques dans les cellules excrétrices, il n'y a pas élimination directe des produits azotés sous forme d'urate de soude soluble. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur les glandes salivaires des Hyménoptères.* Note de M. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Bien que les glandes salivaires des représentants les plus communs des Apidæ, tels que les *Abeilles* et les *Bourdons*, soient décrites en partie depuis longtemps, celles des *Sphecodes* n'ont encore été l'objet d'aucune étude. Ces gracieux Hyménoptères, qui abondent, comme les Ammophiles, sur les talus sablonneux et exposés au soleil du Plateau Central, possèdent un appareil glandulaire assez compliqué. J'ai disséqué un grand nombre d'individus, mâles et femelles, de *Sphecodes fuscipennis* et, bien que leurs glandes salivaires diffèrent, surtout par leur disposition et leur structure, de celles des *Apinæ* et des *Bombinæ*, j'ai pu néanmoins les ramener à *sept* groupes principaux. Ces groupes, qui sont distribués dans la tête et le thorax, sont :

» 1° Les glandes salivaires thoraciques qui, comme leur nom l'indique, occupent la partie antérieure du thorax. Elles peuvent se diviser en deux parties nettement distinctes, l'une *prothoracique* et l'autre *mésothoracique*, qui émettent latéralement de nombreux follicules réunis en masse compacte. Le premier groupement se trouve en avant des gros faisceaux musculaires verticaux et le second est situé dans la région moyenne du mésothorax, de chaque côté de l'œsophage, et comble une dépression en forme de selle inclinée en dehors. Les deux masses glandulaires sont unies entre elles par un conduit portant latéralement de petites ramifications terminées par des utricules pluricellulaires. La glande tout entière, symétrique par rapport à l'œsophage, présente l'aspect d'une grappe composée dont les nombreux ramuscules s'introduisent entre les muscles du thorax. Du tronc principal, ou *conduit efférent*, partent des

branches qui se divisent dichotomiquement et se terminent par des *acini* sécréteurs. Ceux-ci sont les uns ovales, les autres cylindriques et d'autres coniques, à surface externe toujours irrégulière. Ils sont constitués par une membrane basilaire sur laquelle repose la couche épithéliale formée par de grosses cellules glandulaires polygonales. Enfin, vers l'intérieur, existe une membrane chitineuse limitant un canal médian, long, étroit et sinueux. Le *lumen* du canalicule excréteur n'est que la continuation de celui de l'*acini*, mais il en diffère par la présence d'arceaux chitineux analogues à ceux des trachées. Les *conduits efférents* de chaque moitié de la glande s'avancent le long de l'œsophage, pénètrent dans la tête et se fusionnent sous le cerveau.

» 2° Les GLANDES POSTOCELLAIRES, beaucoup moins développées que chez l'*Apis mellifica mâle*, se trouvent en arrière des ocelles et affectent la forme d'une pyramide triangulaire renversée, à face supérieure plane et à sommet dirigé vers le bas. Elles sont constituées par plusieurs rangées de cellules sécrétrices disposées en chapelet et enveloppées par une mince membrane, qui sépare l'amas glandulaire de la face postérieure du cerveau. Chaque cellule est allongée et amincie au point où prend naissance le canalicule excréteur. De chaque chapelet part un conduit unique provenant de la fusion de plusieurs canalicules. Tous les conduits de la glande se réunissent en un canal impair qui s'ouvre à la face dorsale de la partie antérieure de l'œsophage.

» 3° Les GLANDES SUPRACÉRÉBRALES, qui sont paires, affectent une forme différente et un volume variable suivant les individus; mais, en général, elles sont beaucoup plus développées chez les mâles que chez les femelles. Elles recouvrent toute la face supérieure du cerveau et s'étendent, dans le sens antéro-postérieur, depuis les glandes mandibulaires jusqu'aux ocelles et, transversalement, dans l'espace compris entre le bord interne de l'œil et le pharynx. Chez les mâles, elles ont la forme d'un croissant dont la portion externe, épaisse et compacte, est en contact avec l'œil. Chez les femelles, elles remplissent complètement l'espace mentionné ci-dessus et contournent même, dans la région occipitale, les deux ocelles externes. Les *acini* sécréteurs sont monocellulaires, sphériques, à protoplasma granuleux avec des vacuoles périphériques de dimension variable, remplies de gouttelettes adipeuses. Leurs canalicules excréteurs, très grêles, vont s'ouvrir dans le *canal efférent* de la glande.

» Ce dernier décrit quatre ou cinq circonvolutions longitudinales, puis

il longe, sans se renfler en vésicule, les parois latérales du pharynx et s'ouvre dans ce dernier un peu en arrière de l'orifice buccal.

» 4° Les GLANDES MANDIBULAIRES sont au nombre de deux paires qu'on peut désigner, en tenant compte de leur situation, sous les noms de *glandes mandibulaires internes* et de *glandes mandibulaires externes :*

» Les *glandes mandibulaires externes* sont beaucoup plus volumineuses que les *internes* et moins compactes que leurs homologues qui existent chez les Abeilles et les Bourdons. Elles occupent toute la base des mandibules et atteignent la partie antérieure des glandes supracérébrales. Latéralement, elles se mettent presque en contact avec la paroi externe des mandibules, et, du côté interne, elles s'appliquent contre une lamelle chitineuse, verticale, dirigée obliquement de l'extrémité postérieure des mâchoires vers l'origine du pharynx. Les nombreux *acini* qui constituent ces glandes sont relativement volumineux : les externes sont sphériques et ceux du centre, comprimés et polygonaux. Leur contenu est granuleux et d'une couleur jaunâtre. Le noyau, qui est volumineux et parfois de forme irrégulière, occupe le centre de la cellule. Les canalicules excréteurs s'ouvrent dans un réservoir central duquel part un large conduit qui débouche à la base de la mandibule.

» Les *glandes mandibulaires internes*, beaucoup moins volumineuses que les précédentes, puisqu'elles ont à peine $0^{mm},4$ de diamètre, sont en général sphériques et situées sur le bord interne et postérieur de la mandibule, sous les parois latérales du pharynx. Elles sont séparées des premières par de nombreux faisceaux musculaires et enveloppées d'une mince membrane. Les *acini* qui les constituent sont sphériques et peu nombreux. Ils renferment un protoplasme hyalin, transparent, et un petit noyau central. Leur conduit excréteur monte le long des parois internes de la mandibule et va s'ouvrir le plus souvent par un orifice spécial situé très près de celui de la glande précédente.

» 5° Les GLANDES SUBLINGUALES, qui présentent dans les deux sexes un égal développement, sont situées au-dessous de l'orifice buccal, dont elles ne sont séparées que par une mince lamelle chitineuse qui, en arrière, tapisse le plancher du pharynx. Elles sont paires et présentent, dans leur ensemble, une forme losangique avec une faible échancrure cordiforme postérieure qui se prolonge en avant par une scissure linéaire indiquant nettement leur nature double. Leurs *acini* sont unicellulaires et groupés suivant une diagonale antéro-postérieure. Les canalicules excréteurs,

longs et à trajets flexueux, se réunissent en deux faisceaux et vont s'ouvrir isolément en deux points situés en arrière de la bouche.

» 6° Les GLANDES MAXILLAIRES, fort rudimentaires, sont situées vers la partie médiane de la face interne des mâchoires antérieures. Elles apparaissent comme deux petits points blancs au milieu des faisceaux musculaires qui parcourent ces appendices. Le conduit excréteur unique de ces glandes s'ouvre en avant de la bouche. »

ZOOLOGIE. — *Sur un Hémiptère aquatique stridulant,* Sigara minutissima *Lin.* Note de M. **Ch. Bruyant**.

« Lors des pêches au filet fin que nous avons effectuées l'année dernière au lac Chauvet (Puy-de-Dôme) [1], nous avons recueilli de nombreux exemplaires d'une espèce d'Hémiptère, encore inconnue en Auvergne, la *Sigara minutissima* Lin.

» Cet insecte vit dans la zone littorale, parmi les touffes de Myriophylle et de Cératophylle qui croissent sur la beine dénudée de la rive occidentale du lac. Il paraît confiné dans cette région, où il trouve probablement des conditions spéciales d'existence.

» L'étude biologique de cet Hémiptère, poursuivie au laboratoire, nous a révélé une particularité assez curieuse. Les *Sigara*, en captivité dans nos aquariums, faisaient entendre, malgré leur taille minime (1^{mm} à $1^{mm},2$), une stridulation très distincte, perceptible même à une certaine distance. Nous attribuâmes d'abord l'intensité du phénomène à la nature et à la forme des aquariums; mais nous avons eu depuis l'occasion de faire de nouvelles observations dans les conditions normales, au bord même du lac. Cette stridulation est caractéristique et nous a permis de retrouver l'insecte sur d'autres points, dans les mares voisines du cours de l'Allier.

» En cherchant le mécanisme de cette stridulation, nous avons relevé quelques nouvelles particularités, relatives à la structure de l'animal.

» Les pattes intermédiaires et postérieures ont conservé leur fonction normale. Les premières, plus grêles, plus longues, munies d'un tarse uniarticulé et de deux griffes allongées, sont destinées surtout à assurer la station. Les autres ont leurs articles, sauf la cuisse, revêtus de longs cils déliés, qui en font des rames puissantes; ce sont elles principalement qui

(1) Ces pêches ont été faites avec le matériel de la station biologique de Besse.

déterminent la progression. M. Buchanan-White [1] a découvert, sur le côté interne du tibia postérieur et à la base du premier article tarsal des *Corixa*, des organes spéciaux qu'il appelle *poils-peignes* ou *ratissoires*. Nous avons retrouvé, chez les *Sigara*, les mêmes organes, insérés sur le deuxième et dernier article tarsal : ce sont des poils assez courts, rigides, élargis en spatule à leur extrémité libre, qui est d'autre part découpée en dents fines et aigües; ils sont assez difficiles à découvrir et visibles seulement à un fort grossissement. M. Buchanan-White les considère comme destinés à nettoyer la fine rastrure dont le pronotum et les élytres sont ornés dans beaucoup d'espèces. C'est peut-être là une supposition un peu avancée, si l'on remarque que ces poils sont logés sous les cils natatoires bien plus longs, bien plus fournis. Enfin, les auteurs ont décrit comme simple le crochet terminal du tarse postérieur : nous l'avons vu bifide, fortement élargi à la base.

» Les pattes antérieures offrent une forme analogue à celle qu'on a signalée chez les *Corixa*. Elles sont très courtes, et on ne peut les apercevoir lorsqu'on regarde l'animal de dos. Les articles qui les constituent sont, en effet, très raccourcis, mais robustes. Le plus développé est la cuisse, qui renferme un puissant faisceau musculaire. La jambe est presque rudimentaire. Le tarse est formé d'un seul article, *pala* ou *palette* des auteurs.

La palette des *Sigara* est plus simple que celle des *Corixa*. Elle offre la forme d'un ovale un peu irrégulier, et porte à l'extrémité distale une soie épaisse, roide, qui se dédouble à un fort grossissement. Le bord latéral antérieur est armé d'une série de soies fortes, également rigides, au nombre de treize ou quatorze en général chez la *Sigara minutissima;* ces soies paraissent implantées dans des excavations du tégument. Le bord latéral postérieur n'en présente, au contraire, qu'un nombre restreint. Enfin la face interne, légèrement excavée, n'est point divisée par une carène médiane, ciliée comme chez les *Corixa*.

» Les soies raides de la palette, promenées rapidement sur le rostre, produisent la stridulation dont nous avons parlé, stridulation monotone, point métallique, absolument analogue à celle que produiraient les dents d'un peigne jouant sur le bord d'une plaque mince : les deux instruments existent, en effet, mais ils sont microscopiques [2].

---

(1) Buchanan-White, *Entom. Monthly Magazine*, p. 60; 1873.

(2) M. le Dr Schmidt-Schwedt, de Berlin, a également constaté la production d'une stridulation par un hémiptère d'assez grande taille (*Corixa Geoffroyi* Leach); cette

» Enfin, la même espèce a donné lieu à une autre remarque, relative au genre de vie. En disséquant des exemplaires de *Spongilla lacustris* Lin., provenant également du Chauvet, nous avons découvert nombre de *Sigara* adultes et jeunes. Ces insectes vivaient-ils là en commensaux fortuits, de la même façon que la larve de *Sizyra Spongillæ* et la *Nais proboscidea?* C'est ce que de nouvelles observations permettront peut-être d'élucider. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les relations entre les transgressions marines et les mouvements du sol.* Note de M. A. DE GROSSOUVRE, présentée par M. Daubrée.

« Un des buts vers lesquels tendent les recherches de la Géologie est la reconstitution de l'histoire physique de la Terre, c'est-à-dire des états géographiques successifs par lesquels elle est passée; mais les dénudations subies par les couches s'opposent à la restitution précise des anciens rivages, et, dans les massifs montagneux, les discordances et les transgressions sont souvent effacées par les actions mécaniques subies, aux effets desquels s'ajoutent ceux des érosions.

» Il est possible, cependant, d'arriver à retracer, dans ses traits généraux, l'histoire géologique, en étudiant séparément pour chaque point la nature des sédiments qui s'y sont superposés et les caractères des faunes qui les ont habités. Par cette méthode, on peut se rendre compte, pour chaque point en particulier, des conditions successives de dépôt, apprécier les relations des divers points entre eux, et même reconnaître le sens des courants marins. M. Munier-Chalmas a depuis longtemps insisté sur l'importance de ce dernier résultat.

» On constate ainsi qu'en chaque point les conditions bathymétriques ont fréquemment varié et qu'à diverses reprises les phases positives et négatives ont alterné entre elles. On vérifie ensuite qu'à une phase positive dans une région correspond une négative dans une autre, et l'on peut même établir qu'il existe, à ce point de vue, un contraste constant entre certaines aires de la surface du globe.

» Je me bornerai ici à résumer brièvement, parmi les résultats auxquels je suis arrivé, ceux qui ont trait à l'ère secondaire en Europe.

» Vers la fin des temps triasiques, la mer couvre la région alpine, tandis

---

stridulation serait due au même mécanisme (*Kerfe und Kerflarven des Süsswassers* in *Die Thier- und Pflanzenwelt des Süsswassers* von Dr Otto Zaccharias. Leipzig, 1891).

que l'Europe occidentale et septentrionale se trouve dans une phase négative, caractérisée par le régime lagunaire du Keuper.

» Avec le début de la période liasique le sens des mouvements change : la mer revient occuper le nord et l'ouest, tandis que dans la région alpine se manifeste une tendance à l'émersion indiquée : 1° dans les Alpes orientales, par les couches de Hierlatz reposant directement sur la surface érodée du calcaire de Dachstein et accompagnées de galets des roches de la chaîne centrale (Penck, Geyer); 2° dans les Alpes suisses et occidentales, par la brèche du Chablais (Renevier, Lugeon) et la brèche du Télégraphe (Kilian).

» A l'époque bathonienne-callovienne correspond, d'une part, une transgression très marquée dans le nord-est et, de l'autre, une régression caractérisée par les couches saumâtres à *Mytilus* de la Suisse (de Loriol) et les gypses calloviens des Alpes occidentales (Lory, Haug) : on pourra, je crois, mettre encore cette dernière en évidence dans les Alpes orientales et les Carpathes.

» Le mouvement d'émersion qui se produit vers la fin des temps jurassiques dans le nord et l'ouest de l'Europe a comme parallèle plus au sud une transgression très marquée des couches tithoniques qui, partout dans la région alpine et même en Crimée (Sokolow) débordent les dépôts antérieurs.

» A la transgression infracrétacée, si prononcée dans le nord de l'Europe, correspond, dans la région alpine, un retrait manifeste de la mer : M. Collot l'a mis en évidence pour la Provence, M. Renevier pour les Alpes suisses : on le reconnaît dans les Alpes orientales et les Carpathes.

» La transgression cénomanienne est synchronique d'une surrection générale dans toute la zone alpine, accusée par la discordance du supracrétacé sur l'infracrétacé dans les Carpathes (Uhlig) et les Alpes orientales, par les conglomérats de Vils et du Laubenstein dans les Alpes de Bavière; les lignites cénomaniens de la Provence et du Languedoc et les conglomérats de Camarade (Magnan) dans les Pyrénées.

» La transgression qui amène le dépôt des couches crétacées à Aix-la-Chapelle et en Suède se produit au moment où le régime marin prend définitivement fin dans la Provence et le Languedoc : c'est aussi l'époque des lignites du Neue-Welt (Alpes orientales) et du conglomérat de Saint-Louis (Corbières).

» Enfin, vers la fin de l'ère crétacée, le nord de l'Europe subit une émersion corrélative d'une transgression dans les Alpes orientales où les cou-

ches à *Am. neubergicus* viennent reposer directement, à Neuberg, sur les couches de Werfen et le calcaire de Hallstatt.

» Cette analyse fait ressortir l'existence de nombreux mouvements orogéniques dans la région alpine pendant toute la durée de l'ère secondaire : à chacun d'eux correspond une transgression. C'est une loi générale qui peut être étendue à d'autres périodes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les chances d'obtenir des eaux artésiennes le long de l'oued Igharghar et de l'oued Mya.* Note de M. **Georges Rolland**, présentée par M. Daubrée.

« On sait que M. Jules Cambon, gouverneur général de l'Algérie, a décidé la création, cet hiver, de trois nouveaux postes plus avancés dans l'extrême Sud du Sahara algérien, savoir, d'une part, à Hassi el Homeur et à Hassi Chebaba, à 160^{km} au sud-ouest et à 140^{km} au sud d'El Goléa, et, d'autre part, à Hassi bel-Heïran, à 110^{km} au sud-est de Ouargla.

» La petite colonne de Bel-Heïran, qui vient de partir d'El Oued (Sud constantinois) sous les ordres du capitaine Pujat, est chargée, en outre, par M. le général de Laroque de rechercher une série de points d'eau à créer le long de la région des *gassi* de l'Igharghar, dans la direction de Timassinin.

» Des appréciations contradictoires ayant été émises au sujet des chances d'obtenir des eaux artésiennes le long de cette ligne si importante et directe de pénétration de l'Algérie vers le Soudan central, je crois utile de donner à cet égard quelques indications, d'après ma connaissance de la géologie et de l'hydrologie de ces régions. J'y ajouterai un aperçu semblable sur les recherches artésiennes que l'on entreprendrait le long de l'oued Mya, autre ligne intéressante de pénétration dans la direction d'In Salah ([1]).

» *Oued Igharghar.* — Rien de comparable assurément aux artères artésiennes de l'Oued Rir' et de Ouargla ne saurait être découvert en remontant le bas Igharghar, depuis les environs de Tougourt jusqu'à la région de Timassinin. On se trouve cependant encore dans le bassin du bas Sahara, où il existe une diffusion générale et plus ou moins abondante d'eaux artésiennes, au sein des terrains sableux d'atterrissement.

» Et d'abord, à en juger par le grand nombre des puits indigènes, tout le pays qui s'étend du nord au sud, entre les parallèles de Tougourt et de Bel-Heïran, et de l'ouest à l'est, entre l'oued Mya et son prolongement,

---

([1]) Pour suivre cet exposé, voir, dans ma *Géologie du Sahara* (Challamel, éditeur, 1890), les cartes et coupes des Pl. IV, de la fig. 2 de la Pl. X, etc.

d'une part, et les premières grandes dunes de l'Erg oriental, d'autre part, possède une nappe continue, légèrement ascendante, à une profondeur de quelques mètres (10^m en moyenne) sous les dépressions de la surface. Cette nappe est-elle unique, et des sondages auraient-ils chance de rencontrer ici des eaux franchement artésiennes? Cela n'est pas impossible, au milieu de quelques cuvettes naturelles; mais on ne saurait y compter.

» Plus au sud, à la hauteur d'Hassi Mokhanza (puits de 5^m au fond d'un entonnoir), la nappe aquifère doit se trouver à une vingtaine de mètres environs en contre-bas de la surface générale du sol. Au delà, les points d'eau font complètement défaut le long du lit proprement dit du bas Igharghar et de la trouée principale de l'Erg (explorée l'an dernier, pour la première fois, par M. Méry sur toute sa longueur).

» Quelques points d'eau se rencontrent, plus à l'ouest, entre l'Igharghar et l'oued Mya, mais deviennent de plus en plus rares vers le sud. On a ensuite, au milieu des dunes, le point d'eau isolé d'Aïn Taïba, où se trouvent deux entonnoirs dont un avec nappe d'eau à 30^m en contre-bas de la surface. De là, vers le sud, il n'y a plus de point d'eau dans les gassi latéraux de l'Igharghar jusqu'auprès de la hamada crétacée de Tinghert [1].

» Cependant, cette large zone des grands gassi de l'Igharghar n'est pas aussi dépourvue d'eau que semblerait l'indiquer l'aridité de sa surface de *reg*. Loin de là, son sous-sol d'atterrissement est partout plus ou moins aquifère; en tout cas, il renferme la nappe habituelle du bas Sahara, qu'on atteindra en creusant une série de puits ordinaires de profondeurs variables. La nappe en question doit même être assez abondante ici; car les massifs de sable du grand Erg règnent tant à l'ouest qu'à l'est et renferment eux-mêmes des quantités considérables d'eaux en réserve, donnant lieu à des infiltrations dans les terrains perméables sous-jacents.

» Quant à obtenir des eaux jaillissantes dans ces parages, il n'y faut pas songer; mais il en sera tout autrement en s'avançant jusqu'au bord méridional du plateau de Tinghert. En effet, la plaine de Timassinin, qui règne alors le long du pied de la falaise de la Craie moyenne et s'étend le long du haut Igharghar vers l'amont, offre un sous-sol d'alluvions et d'atterrissements des plus riches en eau. On y trouve même des eaux artésiennes, et Timassinin possède un petit puits jaillissant (profondeur 12^m).

» Cette vaste plaine récolte les eaux non seulement d'une partie du haut

---

(1) Il existe alors certains points, tels qu'El Biodh, où l'on trouve l'eau en creusant de $0^m,50$ à $0^m,70$ dans les sables (nappes fournies directement par les dunes ellesmêmes).

Igharghar, mais encore d'une série d'affluents, en particulier de la vallée des Ighargharen (points d'eau d'Aïn Adjadj, de Tebalbalet, etc.). Elle est, d'autre part, barrée en aval, au sud, par la falaise crétacée de Tinghert, qui retient les eaux du sous-sol et qui, figurant une sorte de rentrant, tend encore davantage à les emprisonner : d'où un bassin artésien local.

» Des sondages artésiens, même très peu profonds, offriraient donc déjà des chances de réussite dans la plaine de Timassinin. Mais l'intéressant serait surtout de les poursuivre en profondeur, au travers des terrains crétacés moyens qui règnent sous ses atterrissements et plongent vers le nord; car on y rencontrerait sans doute, de même qu'à El Goléa (¹), une nappe franchement jaillissante vers le bas du massif cénomanien (²).

» Que si l'on remonte plus au sud le haut Igharghar, on retrouvera dans la plaine de la source d'Amguid un second bassin d'eaux souterraines, sans doute également artésiennes. Il y aura lieu d'y poursuivre les recherches artésiennes au travers des terrains dévoniens sous-jacents.

» *Oued Mya.* — Quand de Ouargla on remonte l'oued Mya vers le sud-ouest-sud, on y rencontre une succession de puits ordinaires (profondeurs, 7^m à 11^m, dans le bas oued Mya), alimentés par les eaux pluviales que cet oued récolte dans son bassin. Les eaux d'écoulement de l'oued doivent aussi s'infiltrer en partie dans les couches perméables d'atterrissement, qui, à partir de Kechaba, constituent le sous-sol de la vallée, et contribuer à la formation de nappes souterraines (sans doute légèrement artésiennes).

» Pourrait-on créer le long de l'oued Mya, grâce aux sondages et à l'irrigation, une série d'oasis nouvelles, ainsi que l'idée en a été émise? A mon avis, il serait illusoire d'espérer y rencontrer des eaux jaillissantes, sauf exceptions locales; car je considère que la nappe artésienne proprement dite du bassin de Ouargla cesse bientôt au sud de Sedrata, ne fût-ce que parce que la coupe des terrains change et que la couverture elle-même cesse d'exister; d'ailleurs, l'accroissement des altitudes vers le sud suffit pour conclure à la diminution de la force ascensionnelle des eaux artésiennes. Aussi, même dans le bas oued Mya, n'obtiendra-t-on, règle générale, que des eaux ascendantes. En amont, dans le haut oued Mya, on ne peut compter que sur des puits ordinaires d'infiltration; que si l'on poursuit les forages dans les terrains crétacés de la profondeur, les conditions

---

(¹) G. Rolland, *Eaux artésiennes d'El Goléa* (*Comptes rendus*, 21 mars 1892).

(²) Ces recherches pourraient même être poursuivies, sur une courte distance, le long du lit de l'Igharghar vers le nord, dans la région où cet oued entaille le plateau crétacé de Tinghert.

deviendront aussi ingrates qu'onéreuses. À Hassi Inifel, ainsi que je l'avais prévu, on n'a pas trouvé d'eaux artésiennes; à Hassi Chebaba, situé en amont sur un affluent, on en trouverait encore moins.

» Ces réserves faites, une série de puits à bascule, bien aménagés, le long de l'oued Mya, rendraient évidemment de grands services. Ils pourraient même suffire pour la création de quelques oasis indigènes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une relation possible entre la fréquence des orages et les positions de la Lune.* Lettre de M. **A. Barbey** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Dans une des dernières séances de l'Académie, M. E. Renou, le savant directeur de l'observatoire du Parc Saint-Maur, a mis en évidence la plus grande fréquence des orages, à Paris, lors de la présence de la Lune au nord de l'équateur céleste.

» Au cours de recherches sur les phénomènes météorologiques en Europe, pour l'année 1893, j'ai eu la curiosité de rechercher si la distribution des orages ne serait pas influencée par les positions lunaires. Afin d'éliminer autant que possible l'action perturbatrice des reliefs du sol, qui se manifeste surtout en examinant une seule station, j'ai relevé tous les orages ayant sévi sur le territoire français et notés dans le *Bulletin quotidien du Bureau central météorologique*. Bien que le nombre d'orages obtenu soit évidemment de beaucoup inférieur à la réalité, je crois cependant que les différences doivent se compenser. Voici les résultats obtenus, pour la période s'étendant du 19 décembre 1892 au 7 décembre 1893, et comprenant douze lunaisons entières (¹).

Orages par mois grégoriens.

	Orages.		Orages.
Décembre 1892.......	6	Juin 1893.......	62
Janvier 1893.......	3	Juillet »	60
Février »	6	Août »	53
Mars »	11	Septembre »	42
Avril »	16	Octobre »	22
Mai »	43	Novembre »	7
Total........................		331 orages.	

(¹) J'ai joint aux chiffres du *Bulletin du Bureau central* les orages et les jours d'éclairs notés au Havre pendant cette période.

» Le maximum des manifestations orageuses s'observe donc en juin et juillet, lorsque le Soleil atteint son maximum de déclinaison boréale.

» La distribution des orages par mois lunaires conduit à la même conclusion, c'est-à-dire que le maximum d'orages est corrélatif de la plus grande distance du Soleil à l'équateur, et non, comme on aurait pu le supposer, en rapport avec le maximum de la chaleur reçue dans les basses couches aériennes.

Distribution des orages par mois lunaires.

	Dates.	Orages.		Dates.	Orages.
1.	19 déc. 1892 au 17 janv. 1893...	3	7.	14 juin 1893 au 12 juill. 1893.	74
2.	18 janv. 1893 15 févr. » ...	1	8.	13 juill. » 10 août » .	55
3.	16 févr. » 17 mars » ...	16	9.	11 août » 9 sept. » .	39
4.	18 mars » 15 avril » ...	3	10.	10 sept. » 8 oct. » .	51
5.	16 avril » 14 mai » ...	20	11.	9 oct. » 7 nov. » .	4
6.	15 mai » 13 juin » ...	52	12.	8 nov. » 7 déc. » .	8

» La fréquence des orages suivant l'âge de la Lune conduit à des conclusions extrêmement intéressantes, que je crois utile de présenter à l'Académie dans le petit Tableau ci-dessous.

	Orages.		Orages.		Orages.
1er jour lunaire ...	23	11e jour lunaire....	3	21e jour lunaire..	13
2 » ...	19	12 » ...	15	22 » ..	8
3 » ...	14	13 » ...	6	23 » ..	11
4 » ...	11	14 » ...	5	24 » ..	3
5 » ...	7	15 » ...	6	25 » ..	8
6 » ...	12	16 » ...	5	26 » ..	12
7 » ...	22	17 » ...	5	27 » ..	16
8 » ...	15	18 » ...	6	28 » ..	17
9 » ...	17	19 » ...	4	29 » ..	23
10 » ...	7	20 » ...	7	30 » ..	6 (1)

» Le nombre des orages est maximum le premier et le dernier jour de la lunaison; un second maximum s'observe au premier quartier, le septième jour; du dixième au vingt-cinquième, les orages ne dépassent 10 que trois jours, et leur nombre s'abaisse même à 3 le vingt-quatrième.

» Il ressort avec évidence que la lumière et la chaleur réfléchies par la Lune n'ont aucune influence sur le développement des météores électri-

(1) Dans les 12 lunaisons il n'y a qu'un 30e jour.

qués, puisque, aux environs de la pleine Lune, au moment où le rayonnement vers la Terre atteint sa plus grande intensité, le nombre des orages oscille entre 5 et 6, alors qu'il s'élève à 23 à la néoménie, quand la Lune nous tourne sa partie obscure. Ce n'est donc pas la chaleur des rayons réfléchis, ni même par un mécanisme analogue à celui des marées, que la Lune agit sur la production des orages, puisque les environs du quinzième jour marquent une dépression considérable et persistante.

» La Lune n'agirait-elle que par attraction de sa masse pour déterminer, dans notre atmosphère, des troubles périodiques directement influencés par une cause tout autre. Il m'a semblé qu'il y avait là autre chose peut-être qu'un phénomène accidentel, et que la cause pourrait en être cherchée dans les variations de distance de la Terre à l'astre central, produites par l'attraction de notre satellite. La Lune accomplit sa révolution synodique non pas autour du centre géométrique de la Terre, mais autour du point où les attractions respectives du couple orbital se font équilibre. Ce point est situé en moyenne à $\frac{1}{82}$ de la distance des deux astres ou à 4680^{km} du centre de la Terre. La masse de la Lune tire donc la Terre de toute cette quantité; au premier comme au dernier quartier, la distance est moyenne, notre planète se trouvant seulement en avant ou en arrière de sa position théorique; à la pleine Lune, la Terre est en arrière et à la nouvelle en avant. A cette dernière phase, la Terre est plus près du Soleil de 4680×2 ou 9360^{km} qu'à la pleine Lune. Or, précisément, le maximum des orages pour la France arrive au moment de plus grande proximité du Soleil et de la Terre.

» Cette faible variation dans la distance, infime si l'on considère l'énorme rayon de $148\,000\,000^{km}$ sur lequel elle s'opère, est-elle suffisante pour faire varier les orages à la surface de notre planète dans la proportion de 3 à 12? C'est la question que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie. Les écarts signalés peuvent n'être que passagers, et il est indispensable d'étendre les recherches sur plusieurs années, afin de compenser autant que possible les erreurs accidentelles. Il paraît probable que le maximum secondaire du septième jour disparaîtrait dans une série plus étendue et que la courbe schématique, tracée pour une période suffisante, ne comporterait qu'un seul maximum à la nouvelle Lune, s'abaissant graduellement jusqu'au milieu de la lunaison.

» La recherche des rapports entre les météores orageux et la position de la Lune relativement au Soleil irait de pair avec l'étude des dépressions, dont les orages ne sont que des phénomènes accessoires, afin de déter-

miner si les mouvements tourbillonnaires sont directement dus à l'influence des positions lunaires, ou si, ce qui est infiniment plus probable, ces variations tendent seulement à favoriser la constitution des états instables de l'équilibre électrique dont la rupture engendre les orages.

» Il serait important que des recherches semblables fussent entreprises dans l'hémisphère austral, dont l'été correspond au périhélie de l'orbite terrestre. Si l'on observait un maximum par rapport aux contrées situées sous les mêmes latitudes dans notre hémisphère, il y aurait une confirmation de l'hypothèse que je viens d'exposer à l'Académie, et que je n'avance que sous toutes réserves, réservant à des études ultérieures la confirmation de ces vues. »

M. **J. Kiener** adresse une Note relative au tarissement de la fonction lactée, sous l'action d'ingestions de camphre.

A 3 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Économie rurale, par l'organe de son doyen M. *Schlœsing,* présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *Chambrelent :*

En première ligne	M. **Aimé Girard.**
En seconde ligne, par ordre alphabétique	M. **Müntz.** M. **Risler.**
En troisième ligne, par ordre alphabétique . . .	M. **Laboulbène.** M. **Maquenne.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 22 JANVIER 1894.
(*Suite.*)

Paléontologie française ou description des fossiles de la France. Terrains tertiaires, éocènes, échinides, par M. G. COTTEAU. Livraison 31. Tome II. Décembre 1893. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Octobre-novembre 1893. Paris, V^{ve} Ch. Dunod; 2 vol. in-8°.

L'Autruche et la colonisation, par J. FOREST aîné. Paris, A. Challamel, 1894; 1 br. in-8°. (Présentée par M. A. Milne-Edwards.)

Atti dell' Accademia Pontaniana. Volume XXIII. Napoli, 1893; 1 vol. in-4°.

Annuario dell' Accademia Pontaniana del 1894. Prof. LUIGI PINTO. Napoli, 1894; 1 br. in-18.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 29 JANVIER 1894.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. Deuxième série. Tome XVII. Novembre 1893. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 fasc. in-8°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. DEHÉRAIN, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Tome XX, n° 1, Paris, G. Masson, 1894; 1 fasc. in-8°.

Les Némertiens, par le D^r LOUIS JOUBIN, Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Rennes. Paris, 1894; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Exploration scientifique de la Tunisie. Description de quelques fossiles nouveaux ou critique des terrains tertiaires et secondaires de la Tunisie, recueillis en 1885 *et* 1886 par M. PHILIPPE THOMAS, Membre de la Mission de l'exploration scientifique de la Tunisie. Paris, Imprimerie Nationale, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Précis de Prophylaxie pratique, par le D^r MARCEL DELAMARE, Médecin-

Major de l'École militaire de l'Artillerie et du Génie. Paris, G. Carré, 1894; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Larrey et renvoyé à la Section de Médecine et Chirurgie.)

Bulletin des séances de la Société nationale d'Agriculture de France. Compte rendu mensuel rédigé par le Secrétaire perpétuel. Année 1893. Paris, Chamerot et Renouard, 1893; 1 fasc. in-8°.

Les principes de la Morphologie et de la Systématique des polyèdres, par S.-I. FEDOROFF. Saint-Pétersbourg. 1893; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

Corso di Analisi algebrica con introduzione al Calcolo infinitesimale, per ERNESTO CESARO, professore ordinario della R. Università di Napoli. Torino, fratelli Bocca, 1894; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

Monographiæ phanerogamarum prodromi nunc continuatio nunc revisio editoribus et pro parte auctoribus ALPHONSO et CASIMIR DE CANDOLLE. Vol. octavum: *Guttiferæ,* auctore JULIANO VESQUE. Parisiis, sumptibus G. Masson, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)

The Nautical Almanac and astronomical Ephemeris for the year 1897, *for the meridian of the Royal observatory at Greenwich.* London; 1 vol. in-8°.

E Museo Lundii en samling af Aftandlinger om de i det indre Brasiliens Kalkstenshuler af professor D^r Peter Vilhelm Lund udgravede og i den Lundske palæontologiske Afdeling af Kjobenhavns Universitets Zoologiske Museum opbevarede deyre-og Menneskeknogler Paa Carlsbergfondets Bekostning udgivet af D^r CHR. FR. LUKEN. Kjobenhavn, 1893; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 5 FÉVRIER 1894.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. BERTHELOT, PASTEUR, FRIEDEL, MASCART. Septième série. Tome I. Février 1894. Paris, G. Masson, imprimerie Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie, rédigé par MM. FREMY, REGNAULT, LEFORT, PLANCHON, RICHE, JUNGFLEISCH, PETIT, VILLEJEAN, BOURQUELOT et MARTY. N° 3. 1^er février 1894; Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Traité analytique des orbites absolues des huit planètes principales, par HUGO GYLDÉN, astronome de l'Académie des Sciences. Tome I; *Théorie générale des orbites absolues.* Stokholm, 1893; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Représentation algébrique des Tables de survie, généralisation des lois de

Gompertz, de Makeham, etc., par ALBERT QUIQUET. Paris, L. Warnier et Cie, 1893; 1 br. in-8°.

Relation des expériences faites à l'Institut physiologique de Caen sur le supplice Tardieu. Relation suivie du Rapport lu à l'Académie de Médecine par le Dr LABORDE et d'un examen critique de ce Rapport par le Dr CH. FAYEL, professeur à l'École de Médecine de Caen. Caen, Adeline, 1893; 1 br. in-8°.

L'Anthropologie, paraissant tous les deux mois, sous la direction de MM. CARTAILHAC, HAMY, TOPINARD. Tome IV. N° 5. Septembre-octobre 1893. Paris, G. Masson; 1 vol. gr. in-8°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut Impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg. Tome II. N° 4. Saint-Pétersbourg, 1893; 1 vol. in-4°.

Bulletin mensuel de l'observatoire magnétique et météorologique de Zi-Ka-Wei, près Chang-Haï (Chine), fondé et dirigé par les Missionnaires de la Compagnie de Jésus. Tome XVIII, année 1892. Zi-Ka-Wei, 1893; 1 vol. in-4°.

Acta mathematica, journal rédigé par G. MITTAG-LEFFLER t. 17, nos 3 et 4. Stokholm, Beijer, 1893; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Memorie della Società degli spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del prof. P. TACCHINI. Vol. XXII. Dicembre 1893. Roma, 1894; 1 fasc. in-4°.

Die Venus-Durchgänge 1874 *und* 1882 *bericht ueber die deutschen Beonbachtungen,* von A. AUWERS. Berlin, 1893; 1 vol. in-4°.

Della zoofitogenia o generazione animale vegetale dei moscherini del caprifico, con alcune osservazioni ed experimenti sulla caprificazione, da Dr GIUSEPPE DE SIMONE. Andria, 1893; 1 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 12 FÉVRIER 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur un théorème reliant la théorie de la synchronisation et celle des résonances.* Note de M. A. Cornu.

« L'étude générale du mouvement d'un système à oscillations amorties sous l'action d'une force périodique m'a conduit à démontrer (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 1463) que le régime, variable au début, finit toujours par atteindre un état stable où le système, contraint d'abandonner sa période propre, adopte celle de la force additionnelle : l'oscillation est alors *synchronisée*. J'ai été amené ensuite (*loc. cit.*, p. 1656) à particulariser le problème et à introduire les conditions restrictives ordinairement réalisées dans les instruments de Physique ou de Chronométrie : la simplification devient alors telle que toutes les circonstances du régime variable sont

représentées à l'aide d'une spirale logarithmique décrite d'un mouvement angulaire uniforme (*indicatrice de synchronisation*).

» Les restrictions adoptées dans cette étude étaient les suivantes :

» 1° La force périodique est *très petite* et *instantanée;*

» 2° La période Θ de cette force *diffère peu* de la période T d'oscillation libre du système;

» 3° Le coefficient d'amortissement de l'oscillation libre est *très faible.*

» Un examen plus approfondi m'a permis de reconnaître que la condition d'instantanéité n'est pas nécessaire et que la force synchronisante peut varier avec le temps, suivant une loi quelconque, pourvu que cette force soit très petite relativement à la constitution du système. (On appellera *force très petite* celle qui, agissant sur le système au repos, produit un écart statique très petit relativement à l'amplitude moyenne des oscillations.)

» Le déplacement angulaire θ du système oscillant, dans son mouvement libre, satisfait à l'équation différentielle (1) dont l'intégrale (2) représente une oscillation amortie (*loc. cit.*, p. 1464),

$$(1)\qquad \mu\frac{d^2\theta}{dt^2}+q\frac{d\theta}{dt}+r\theta=0,$$

$$(2)\qquad \theta=\mathcal{A}e^{-\alpha t}\sin 2\pi\left(\frac{t}{T}-\varphi\right),$$

$$(3)\qquad \begin{cases}\alpha=\dfrac{q}{2\mu},\\[1ex] \dfrac{4\pi^2}{T^2}=\dfrac{r}{\mu}-\left(\dfrac{q}{2\mu}\right)^2.\end{cases}$$

» L'écart statique θ_0, produit par une force dont le moment est C, est donné par $r\theta_0=C$. Introduisant dans l'expression de la période T la condition que l'amortissement α est faible (α^2T^2 négligeable devant l'unité), on en tire la valeur de r, d'où

$$(4)\qquad \theta_0=\frac{CT^2}{4\pi^2\mu}\quad\text{ou}\quad C=\frac{4\pi^2\mu}{T^2}\theta_0,$$

expression qui définit la force *très petite.*

» Considérons maintenant l'action sur le système oscillant d'une force périodique variable avec le temps; l'expression du moment F de cette force développée suivant la formule de Fourier,

$$(5)\qquad F=\sum_{n=1}^{n=\infty}S_n\sin 2\pi\frac{nt}{\Theta}+\sum_{n=1}^{n=\infty}C_n\cos 2\pi\frac{nt}{\Theta}=\sum_{n=1}^{n=\infty}B_n\sin 2\pi\left(\frac{nt}{\Theta}-\Phi_n\right),$$

formera le second membre de (1); l'intégrale (2) deviendra

$$(6)\qquad \theta=\mathcal{A}e^{-\alpha t}\sin 2\pi\left(\frac{t}{T}-\varphi\right)+\sum_{n=1}^{n=\infty}\mathcal{B}_n\sin 2\pi\left(\frac{nt}{\Theta}-\psi_n\right),$$

avec les conditions

$$(7)\qquad \mathfrak{B}_n = \frac{B_n}{\mu\sqrt{\left[\alpha^2 + 4\pi^2\left(\frac{1}{T^2} - \frac{n^2}{\Theta^2}\right)\right]^2 + 4\alpha^2\frac{4\pi^2}{\Theta^2}n^2}},$$

$$(8)\qquad \operatorname{tang} 2\pi(\Phi_n - \psi_n) = \frac{2\alpha\frac{2\pi}{\Theta}n}{\alpha^2 + 4\pi^2\left(\frac{1}{T^2} - \frac{n^2}{\Theta^2}\right)}.$$

» Chaque coefficient B_n, qui représente l'amplitude maximum d'une composante de F, doit satisfaire à la condition (4), que θ_n soit très petit.

» En outre, si l'on introduit les conditions relatives à αT et à $T - \Theta$, dans les expressions de $\mathfrak{B}_n$ et de $\Phi_n - \psi_n$, il vient, toutes réductions faites,

$$(8) \text{ et } (9)\qquad \mathfrak{B}_n = \frac{B_n T^2}{4\pi^2\mu}\frac{1}{1-n^2} = \frac{\theta_n}{1-n^2},\qquad \operatorname{tang} 2\pi(\Phi_n - \psi_n) = \frac{\alpha T}{2\pi}\frac{2n}{1-n^2}.$$

» Ainsi la composante $\mathfrak{B}_n$ de l'amplitude provenant des termes d'ordre supérieur représente une fraction (décroissant rapidement avec n) de l'écart statique θ_n très petit par hypothèse.

» Au contraire, le premier terme $\mathfrak{B}_1$ (pour $n = 1$), bien que l'écart statique θ_1 soit aussi très petit, prend une importance prédominante, car θ_1 est multiplié par un facteur considérable : ce terme $\mathfrak{B}_1$, en effet, ne contient au dénominateur que des quantités très petites de même ordre, lesquelles empêchent toutes les réductions faites sur les autres termes. C'est donc uniquement à la composante B_1 qu'est due la synchronisation : les autres n'ont pas d'influence appréciable. D'où l'on conclut ce théorème :

» *Une force périodique très petite; variable avec le temps suivant une loi quelconque développable par la série de Fourier, équivaut dans son action sur un système vibrant, faiblement amorti et de période peu différente, à la force pendulaire simple représentée par les termes du premier ordre de la série.*

» Ce théorème, très important au point de vue théorique, est fort utile au point de vue expérimental : il justifie, *a priori*, en les rendant équivalents, tous les modes d'application des forces synchronisantes, quelles que soient leurs lois de variation avec le temps; en outre, il généralise immédiatement les résultats obtenus dans le cas d'une force instantanée, qui a l'avantage de rendre si clair le mécanisme de la synchronisation et de conduire à une représentation géométrique si simple; enfin, il permet d'étendre ces résultats à une foule de phénomènes très différents.

» *Paramètres de la force pendulaire simple équivalant : 1° à une force constante périodiquement interrompue; 2° à une force périodique instantanée.*— On calculera

ces paramètres en déterminant les coefficients C_1 et S_1 de la série de Fourier (5) mise sous la première forme. Le moment G de la force étant constant entre les époques t_1 et t_2 et nul le reste de la période, on aura, par les formules connues,

$$(10)\quad \left\{ \begin{aligned} S_1 &= \frac{2}{\theta}\int_{t_1}^{t_2} G \sin 2\pi\frac{t}{\theta}\,dt = \frac{2G}{\pi}\sin\frac{2\pi}{\theta}\,\frac{t_2-t_1}{2}\,\sin\frac{2\pi}{\theta}\,\frac{t_1+t_2}{2}.\\ C_1 &= \frac{2}{\theta}\int_{t_1}^{t_2} G \cos 2\pi\frac{t}{\theta}\,dt = \frac{2G}{\pi}\sin\frac{2\pi}{\theta}\,\frac{t_2-t_1}{2}\,\cos\frac{2\pi}{\theta}\,\frac{t_1+t_2}{2}. \end{aligned}\right.$$

» Identifiant avec la seconde forme (5)

$$(11)\quad S_1 \sin 2\pi\frac{t}{\theta} + C_1\cos 2\pi\frac{t}{\theta} = B_1 \sin 2\pi\left(\frac{t}{\theta} - \Phi\right) \quad \text{on déduit} \quad \left\{ \begin{aligned} B_1 &= \frac{2G}{\pi}\sin\frac{2\pi}{\theta}\,\frac{t_2-t_1}{2},\\ \Phi_1 &= \frac{t_1+t_2}{2} - \frac{1}{4}. \end{aligned}\right.$$

» D'où l'on conclut aisément :

» 1° *Une force constante* G *positive (ou négative) agissant pendant le temps* $t_2 - t_1 < \theta$ *équivaut à une force pendulaire simple dont l'amplitude est*

$$B_1 = \frac{2G}{\pi}\sin\frac{2\pi}{\theta}\,\frac{t_1-t_2}{2}$$

et dont l'époque du maximum positif (ou négatif) coïncide avec l'époque moyenne d'action de la force G;

» 2° *Une force instantanée positive (ou négative) dont l'impulsion est* $\int G\,dt = P$, *équivaut à une force pendulaire simple dont l'amplitude est* $B_1 = \frac{2P}{\theta}$ *et dont l'époque du maximum positif (ou négatif) coïncide avec l'époque de la percussion.*

VÉRIFICATIONS DU THÉORÈME PRÉCÉDENT.

» 1° *Par le calcul.* — Ce théorème ramenant à une fonction sinusoïdale toutes les lois de variation avec le temps de la force synchronisante, l'intégrale générale (6) doit, dans le cas où cette force se réduit à une fonction sinusoïdale, reproduire analytiquement l'*indicatrice de synchronisation* établie géométriquement (*loc. cit.*, p. 1660) dans l'hypothèse d'une force instantanée : c'est ce qu'on vérifie d'une manière très simple.

» Réduisant au terme du premier ordre la série qui représente l'action de la force synchronisante, l'intégrale (6) devient

$$(12)\quad \theta = \mathcal{A} e^{-\alpha t}\sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \varphi\right) + \mathcal{B}_1 \sin 2\pi\left(\frac{t}{\theta} - \psi_1\right).$$

» L'introduction des deux conditions restrictives ($\alpha^2 T^2$ négligeable devant l'unité et T peu différent de θ) permet d'appliquer l'artifice employé dans la théorie des battements sonores et de considérer pendant l'intervalle d'une période θ le premier terme de l'intégrale comme une oscillation pendulaire simple de même période que

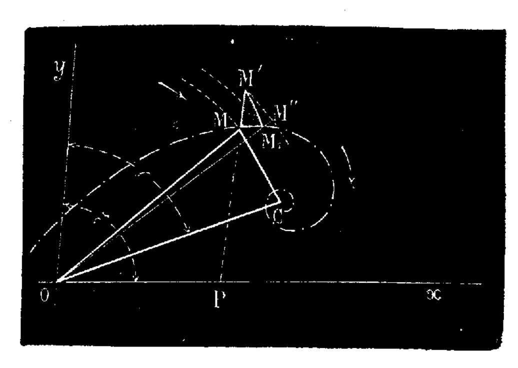
le second terme; il suffit de poser

(13) $$\frac{1}{T} = \frac{1+\varepsilon}{\theta}; \qquad \chi = \varphi - \frac{\varepsilon t}{\theta}; \qquad a = \mathcal{A} e^{-\alpha t}.$$

» ε étant une quantité très petite. L'écart angulaire θ devient alors la résultante de deux mouvements pendulaires simples, ayant respectivement pour amplitude a et $\mathcal{B}_1$, et pour phase χ et ψ_1,

(14) $$\theta = a \sin 2\pi\left(\frac{t}{\theta} - \chi\right) + \mathcal{B}_1 \sin 2\pi\left(\frac{t}{\theta} - \psi_1\right);$$

c'est donc aussi un mouvement pendulaire simple, mais dont l'amplitude et la phase varient avec le temps. Si l'on représente chaque oscillation par un *vecteur*, dont la longueur figure l'amplitude et la direction la phase, on conclut immédiatement que l'oscillation θ a pour vecteur OM (*fig.* 1) la résultante du vecteur fixe OC ($\mathcal{B}_1, \psi_1$) et



du vecteur mobile CM (a, χ). La courbe décrite par l'extrémité M du vecteur mobile a pour coordonnées polaires $\rho = a$, $\omega = -2\pi\chi$ $\left(\omega \text{ compté dans le sens de } 2\pi\frac{t}{T}\right)$, d'où

(15) $$\rho = \mathcal{A} e^{-\alpha t}, \qquad \omega = 2\pi\left(\frac{\varepsilon t}{\theta} - \varphi\right).$$

On voit qu'elle est décrite d'un mouvement angulaire uniforme.

» L'équation polaire de cette courbe s'obtient en éliminant t,

(16) $$\rho = \mathcal{A} e^{-\frac{\alpha \mathfrak{T}}{2\pi}(\omega - \varphi)}, \qquad \text{en posant} \qquad \frac{\varepsilon}{\theta} = \frac{1}{T} - \frac{1}{\theta} = \frac{1}{\mathfrak{T}}.$$

» C'est bien là la spirale logarithmique ayant pour pôle le point C représentatif du régime stable appelée *indicatrice de synchronisation* (*loc. cit.*, p. 1660).

» 2° *Par l'expérience.* — On démontre aisément qu'un système oscillant se *synchronise* dès que l'amortissement devient appréciable, quelle que soit la loi de variation avec le temps de la force synchronisante.

» Le système oscillant adopté est, comme précédemment (*loc. cit.*, p. 1466), un

galvanomètre du type Deprez-d'Arsonval, mais mieux approprié à ce genre d'études : il se compose de deux cadres placés l'un au-dessus de l'autre, oscillant chacun dans un champ magnétique intense, rendus solidaires par une tige rigide et formant deux circuits indépendants. L'un des cadres reçoit le courant périodique qui réalise la force synchronisante appliquée au système; l'autre, fermé sur une boîte de résistances, permet de donner au système tel amortissement que l'on veut, le coefficient d'amortissement variant à peu près en raison inverse de la résistance totale du circuit (p. 1467) : on rend ainsi complètement indépendantes, d'une part la force synchronisante, d'autre part la valeur de l'amortissement.

» Le courant périodique est distribué par l'intermédiaire d'une lame vibrante ou *trembleur*, dont la période peut varier à volonté de $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{8}$ de seconde relativement à celle du galvanomètre réglée à $\frac{1}{6,3}$ de seconde.

» La composition optique des mouvements se fait soit par vision directe, comme dans l'ancien appareil (*loc. cit.*, p. 1467), soit par projection à l'aide de miroirs fixés, l'un à la lame vibrante, l'autre à l'équipage mobile du galvanomètre.

» J'ai tenu à vérifier directement la synchronisation produite par des types de force très divers :

» 1° *Force pendulaire simple.* — Elle est fournie par le courant alternatif induit par un petit aimant lié au trembleur et oscillant dans l'axe d'une bobine fixe.

» 2° *Force constante interrompue.* — La vibration du trembleur est entretenue par une pile auxiliaire; on obtient une force interrompue périodiquement en faisant passer dans le galvanomètre une dérivation du courant du trembleur.

» 3° *Force instantanée.* — En réduisant de plus en plus la durée de contact de l'entretien du trembleur et, d'autre part, en augmentant l'intensité de la dérivation, on arrive à une force sensiblement instantanée.

» 4° *Forces instantanées alternativement de signe contraire.* — L'intercalation du fil primaire d'une petite bobine d'induction dans le circuit du trembleur [1] fournit dans le fil secondaire relié au galvanomètre deux courants induits instantanés qui réalisent deux percussions de sens contraire séparées par une fraction arbitraire de la période θ.

» Quelle que soit la force employée, si l'amortissement est nul (circuit amortisseur ouvert), l'ellipse se déforme en passant par toutes les variétés (battements optiques) de l'expérience de Lissajous, ce qui prouve que les périodes du trembleur et du galvanomètre n'ont aucune dépendance mutuelle; mais, dès qu'on ferme le circuit amortisseur, les déformations s'arrêtent progressivement; l'ellipse devient stable et d'autant plus vite que l'amortissement est plus énergique.

» 5° *Force périodique complexe.* — Enfin, voici une expérience très instructive qui démontre bien la généralité du théorème.

» Si l'on coupe toute communication électrique du galvanomètre avec le trembleur, le galvanomètre reste au repos; mais, si l'on établit entre eux un lien purement mécanique, en appuyant une barre rigide et lourde sur les socles des deux appareils, les

---

[1] Avec dérivation du condensateur Fizeau à l'interrupteur pour obtenir toute la netteté désirable dans l'ouverture et la fermeture du courant.

trépidations du trembleur impriment au galvanomètre des mouvements complexes qui se composent optiquement avec l'oscillation pendulaire de la lame vibrante. Lorsque l'amortissement est nul, la courbe résultante est une ellipse irrégulière, dentelée, incessamment variable, témoignant l'indépendance presque complète des deux oscillations et l'inégalité de leurs périodes : dès qu'on rétablit l'amortissement, les mouvements désordonnés se régularisent, les dentelures s'effacent et la courbe prend la forme d'une ellipse stable, démontrant l'égalité des périodes et la synchronisation parfaite. Comme contre-épreuve, si l'on ouvre le circuit amortisseur, l'ellipse, après quelques instants d'hésitation, commence à se déformer et reprend bientôt l'allure désordonnée qu'elle avait d'abord : l'amortissement enlevé, la synchronisation cesse.

» *Relation entre les expériences de synchronisation et les phénomènes de résonance.* — Cette dernière expérience dans laquelle, conformément au théorème précité, une force très complexe impose un mouvement stable très régulier, me paraît jeter un véritable jour sur la relation qui doit exister entre le mécanisme de la synchronisation et celui des divers phénomènes de résonance étudiés en Physique. La transition est d'ailleurs complète :

» En Mécanique, les dispositifs synchronisants et l'oscillographe de M. Blondel représentent l'application directe de la théorie; on peut citer ensuite le petit pendule renversé (*Noddy*), contrôle de la stabilité des horloges; puis les oscillations des navires par la houle, oscillations que les ingénieurs s'efforcent de contrarier ainsi que les effets synchronisants de toutes les vibrations (machines, charges roulantes, etc.) sur les parties élastiques des constructions (coques des navires, poutres, etc.).

» En Mécanique céleste, le phénomène des marées et celui des inégalités à longue période s'expliquent par les mêmes principes. Ces phénomènes représentent même les deux types opposés (*loc. cit.*, p. 1658 et 1660) : le premier offrant le cas d'un régime stable, conséquence d'un amortissement énergique; le second, celui d'un régime périodique indéfiniment prolongé faute d'un amortissement appréciable.

» En Acoustique, les procédés d'excitation de régimes vibratoires sont de véritables synchronisations où l'on retrouve des vérifications très délicates (tuyaux à anches, résonateurs de Helmholtz, membranes de Bourget, monotéléphones de M. Mercadier, etc.).

» En Électricité, l'établissement d'un courant excité par une force électromotrice périodique dans un circuit résistant doué de capacité et de self-induction est régi par l'équation différentielle étudiée plus haut; le courant est donc réellement synchronisé par la force électromotrice : l'identification des coefficients mécaniques et électriques de l'équation et celle des résultats est des plus intéressantes.

» Les phénomènes analysés dans l'excitateur et le résonateur de Hertz par MM. Sarasin, De la Rive et Blondlot rentrent aussi dans la catégorie des mouvements synchronisés.

» En Optique, plusieurs propriétés de la matière pondérable provoquées par les ondes lumineuses (absorption, émission, fluorescence, etc.) paraissent avoir un lien très direct avec les mêmes phénomènes.

» Enfin, il n'est pas jusqu'aux impressions physiologiques dont l'excitation et la persistance ne soient attribuables à un mécanisme analogue.

» Si ces assimilations sont correctes (et leur rapprochement en rend l'exactitude fort probable), le mécanisme de la synchronisation serait d'une extrême généralité : cette conclusion entraînerait l'existence constante d'un amortissement, c'est-à-dire d'une force perturbatrice identifiable à une résistance proportionnelle à la vitesse. Cette sorte de forces ne rentre pas dans la catégorie des actions ordinairement considérées dans la Physique moléculaire : elle devrait donc, au contraire, y être toujours introduite comme partie essentielle des actions élémentaires à l'aide desquelles on cherche à expliquer les phénomènes naturels. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouvelles expériences sur la reproduction du diamant.* Note de M. Henri Moissan.

« Lorsque l'on étudie la solubilité du carbone dans différents métaux en fusion, à la pression ordinaire, on sait que la variété de carbone qui se produit par suite d'un abaissement de température est toujours du graphite d'une densité voisine de 2. Dans un travail précédent, nous avons établi que, si l'on prépare du carbone sous pression, ses propriétés se transforment [1]. Sa densité augmente, sa dureté devient plus grande et l'on obtient d'abord du diamant noir; puis, par une pression plus élevée, de très petits fragments de diamants transparents.

» Depuis notre première publication sur ce sujet, nous avons continué cette étude, et c'est l'ensemble de ces nouvelles recherches qui fait l'objet de la présente Note.

» Nous rappellerons que nos expériences antérieures ont été exécutées au moyen du fer et de l'argent. Nous chauffions à haute température, au

---

(1) Henri Moissan, *Sur la préparation du carbone sous une forte pression* (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 218).

four électrique ([1]), une certaine quantité de métal, en présence d'un excès de carbone, puis le creuset renfermant le fer ou l'argent en fusion était refroidi brusquement en le plongeant dans une grande masse d'eau.

» Vers 3500°, le métal se sature de charbon; dès que la température s'abaisse, le carbone tend à se séparer du liquide qui le retenait en solution; mais, comme le refroidissement est rapide, une croûte métallique s'est déjà produite à la surface entourant une partie centrale non solidifiée. Le fer et l'argent ont la propriété comme l'eau d'augmenter de volume en passant de l'état liquide à l'état solide; le carbone se sépare alors au contact de la masse encore fluide et soumise à une haute pression.

» On sait que le bismuth possède, lui aussi, la propriété d'augmenter de volume au moment de sa solidification. Nous avons tout d'abord voulu reconnaître si, chauffé au four électrique, ce métal pourrait dissoudre du charbon et donner ensuite par refroidissement brusque une variété de carbone plus dense que le graphite. Ces expériences n'ont pu être continuées; aussitôt que l'on plonge dans l'eau le creuset de charbon rempli de bismuth fondu, sortant du four électrique, il se produit une violente explosion et la masse pulvérisée est projetée hors du liquide. Cette explosion tient probablement à la brusque décomposition par l'eau d'un carbure de bismuth.

» Nous avons repris alors les expériences faites au moyen de fer saturé de carbone et refroidi dans l'eau; nous avons obtenu les mêmes résultats que précédemment, c'est-à-dire qu'après la série d'attaques dont nous avons déjà parlé, nous avons obtenu quelques fragments de diamants noirs et de diamants transparents. Malgré quelques modifications de détail, le rendement a toujours été excessivement faible; cinquante culots préparés dans ces conditions fournissent à peine une dizaine de milligrammes de carbone noir et transparent dont la densité est comprise entre 3 et 3,5 ([2]).

([1]) Henri Moissan, *Description d'un nouveau four électrique* (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 1031).

([2]) Ce faible rendement tient à plusieurs causes. Lorsque la fonte est refroidie très brusquement, le carbone qui se trouve en solution n'est pas mis en liberté. Or, comme il faut que notre refroidissement soit rapide pour former une croûte solide et résistante à la surface du culot métallique, on s'explique que, pour des lingots de 200gr, la teneur en diamants soit si faible. La partie centrale qui peut encore être liquide n'a pas le temps d'abandonner avant sa solidification une grande quantité de carbone. Il faudrait théoriquement faire agir une pression déterminée sur une masse de fonte saturée de carbone à haute température qui se refroidirait lentement. De plus, au moment du passage de l'état liquide à l'état solide, il se dégage des gaz qui empêchent

» On peut chercher à augmenter le rendement en prenant un volume de métal plus grand. Pour cela, nous avons rempli complètement une bouteille à mercure de fonte en fusion et nous l'avons immergée aussitôt sous une masse d'eau froide. Après une attaque par les acides qui a duré plusieurs mois, nous n'avons trouvé dans le résidu qu'une très petite quantité de grains transparents entièrement combustibles dans l'oxygène. Cette expérience, fort longue, n'est pas d'ailleurs très concluante, car notre fonte refondue à la température d'un petit cubilot ne contenait pas une assez grande quantité de charbon (¹).

» Il nous a semblé que la vitesse de refroidissement avait une influence capitale sur la formation de ce carbone cristallisé. Lorsque nous refroidissons dans l'eau, la caléfaction empêche tout contact entre la fonte portée au rouge et le corps liquide. Le refroidissement au début se produit donc surtout par rayonnement. Pour diminuer plus rapidement la température nous avons essayé de refroidir la fonte liquide par conductibilité. Pour cela, 200^{gr} de fonte, saturés de carbone au four électrique, sont versés dans une cavité pratiquée au milieu d'une masse de limaille de fer et recouverts de suite d'un excès de cette même limaille. La fonte s'entoure de fer en fusion et le tout se refroidit rapidement, grâce à la conductibilité de la limaille de fer. Après attaque par les acides, après le traitement de M. Berthelot (²) par le chlorate de potassium et l'acide azotique, enfin après l'action de l'acide fluorhydrique, puis de l'acide sulfurique bouillant, il reste de petits diamants de forme arrondie présentant rarement une apparence cristalline et renfermant presque toujours à l'intérieur de petits points noirs, qu'on appelle *crapauds,* en terme de joaillerie.

» Ces diamants à crapauds ont une densité de 3,5, rayent le rubis et brûlent avec facilité dans l'oxygène en donnant de l'acide carbonique. Il semble que, dans cette expérience, la pression ait été moins forte et la transformation en diamant moins complète. Le rendement du reste était toujours aussi faible.

» Nous avons pensé alors à refroidir notre fonte liquide en la plongeant

---

la pression d'être uniforme. Enfin, après nos nombreuses attaques, les liquides étaient décantés et, lorsque nos petits diamants sont bien nettoyés, une partie des fragments nage sur l'eau et nous avons plusieurs fois perdu ainsi de beaux échantillons.

(¹) Nous tenons à remercier M. Piat chez qui s'est faite cette expérience, et qui a bien voulu mettre, avec la plus grande obligeance, sa fonderie à notre disposition.

(²) Berthelot, *Recherches sur les états du carbone.* (*Annales de Chimie et de Physique,* 4ᵉ série, t. XIX, p. 392.)

dans un bain d'étain en fusion. L'expérience n'a pas donné de bons résultats parce que la fonte fortement chauffée s'unit avec facilité à l'étain; il se formait au milieu du liquide de longs filaments d'un alliage de fer et d'étain, et nous n'avions aucune masse agglomérée.

» L'étain, ne donnant que de mauvais résultats, a été remplacé par le plomb liquide maintenu autant que possible aux environs de son point de fusion. Le creuset contenant la fonte était rapidement introduit au fond d'un bain de plomb de $0^m,10$ environ de profondeur. La fonte liquide étant plus légère que le plomb fondu, il se détachait du creuset des masses qui tendaient à prendre la forme de sphères et qui s'élevaient plus ou moins rapidement au travers du plomb liquide (1). Les plus petites sphères, celles qui ne mesuraient que $0^m,01$ ou $0^m,02$ de diamètre, étaient solides et suffisamment refroidies en arrivant à la surface du bain. Les autres, lorsqu'elles parvenaient encore liquides à la partie supérieure du plomb, produisaient à l'air la combustion de ce métal avec dégagement d'abondantes fumées de litharge et parfois projection d'oxyde ou de métal incandescent. Quelques minutes plus tard, on enlevait tous les globules métalliques qui nageaient sur le plomb fondu; on attaquait le plomb dont ils étaient recouverts par l'acide azotique, puis on les soumettait au traitement indiqué précédemment pour nos autres culots métalliques. Dans ces conditions, le rendement, tout en étant toujours très faible, a été un peu meilleur. Mais, ce qui nous a frappé tout d'abord, c'est la limpidité des diamants transparents ainsi obtenus; nous n'avions plus de diamants à crapauds, et la surface de quelques-uns d'entre eux présentait des cristallisations très nettes. Nous y avons reconnu de nombreuses stries parallèles et de petites impressions de cubes semblables à celles que l'on rencontre parfois dans certains diamants naturels.

» Un de ces diamants transparents (*fig.* 2) dont le diamètre atteignait environ $0^{mm},5$ et qui était d'une belle limpidité s'est fendu sur deux points différents quelques mois après sa formation.

» Les deux fentes allant à la rencontre l'une de l'autre ont suffisamment grandi, en quelques semaines, pour que le diamant ait été trouvé ensuite sur sa préparation brisé en trois morceaux. Cet accident s'est produit

---

(1) Lorsque la fonte est saturée de carbone au four électrique, elle est tellement pâteuse qu'il est possible de retourner le creuset qui la contient sans rien renverser. Aussitôt que la température s'abaisse, le métal ne tarde pas à redevenir liquide en même temps qu'il abandonne du graphite.

aussi sur un autre échantillon qui a été retrouvé entre les deux lamelles de verre brisé en menus fragments. On sait que certains diamants retirés des mines du Cap présentent des phénomènes identiques.

» Un de nos petits cristaux avait des arêtes courbes très nettes. Tantôt la surface de ces petits diamants était lisse et brillante (*fig.* 3), tantôt cette surface était chagrinée, creusée de petites cupules (*fig.* 1), et présentait

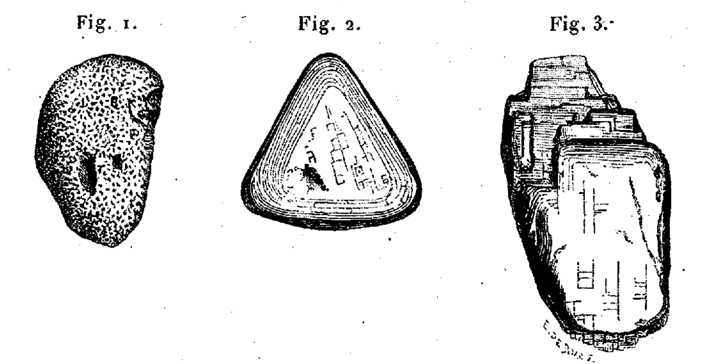


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

un aspect spécial que l'on rencontre souvent sur les diamants naturels. Ces cristaux possédaient un relief très net et malgré leur épaisseur on distinguait les plus petits détails des deux faces superposées grâce à leur parfaite limpidité. Ils avaient toujours l'éclat gras particulier aux diamants; enfin, quand un rayon lumineux pénétrait à leur intérieur, ils s'illuminaient et semblaient pour ainsi dire s'imbiber de lumière.

» M. Bouchardat, professeur de Minéralogie à l'École de Pharmacie, a bien voulu examiner quelques-uns de ces cristaux au point de vue de leur forme et il en a rencontré un, entre autres, possédant nettement la forme d'un trapézoèdre à douze faces, c'est-à-dire se présentant comme une forme hémiédrique du système cubique.

» Examinés en lumière polarisée convergente, tantôt ces cristaux (*fig.* 1 et 2) ne présentent aucun phénomène de coloration, c'est le cas le plus général, tantôt ils prennent (*fig.* 3) des teintes faibles. Nous avons eu plusieurs fois l'occasion d'étudier dans les mêmes conditions des diamants naturels qui nous ont présenté des phénomènes de coloration beaucoup plus intenses. Il nous semble que ces colorations bien connues peuvent s'expliquer facilement par la pression nécessaire à la production de ces cristaux.

» D'après la forme et l'apparence de ces cristaux, il paraît peut-être résulter de ces recherches que le carbone, comme l'iode et l'arsenic,

passe, à la pression ordinaire, et par une élévation suffisante de température, de l'état solide à l'état gazeux; si l'on augmente la pression, le carbone devient liquide, se trouve en surfusion et peut alors prendre dans bien des cas un aspect cristallin.

» Nous avons répété aussi les expériences de reproduction du diamant au moyen de l'argent brusquement refroidi. Nous n'avons jamais obtenu, dans ces nouvelles recherches, que du diamant noir; nous avons rencontré, il est vrai, avec ce diamant noir, des matières transparentes affectant au microscope, à première vue, des formes d'octaèdres ou de cubes et qui disparaissent lentement par une série d'attaques successives et très énergiques à l'acide sulfurique concentré. Il est très important de multiplier le nombre des attaques au chlorate de potassium et à l'acide azotique si l'on veut enlever tout l'argent qui imprègne le diamant noir.

» Nous rappellerons que, dans nos premières recherches sur ce sujet, il nous a été possible de faire une combustion de 6^{mgr} de diamant noir qui nous a fourni 23^{mgr} d'acide carbonique.

» A la suite des différents essais que nous venons de mentionner, et après les traitements multiples dont il a été parlé au commencement de ce travail, nous avons pu réunir $15^{mgr},5$ de petits fragments plus denses que l'iodure de méthylène. Un dixième environ était formé de diamants noirs, le reste composé de grains transparents renfermait un assez grand nombre de diamants à crapauds.

» La combustion en a été faite à 1000°, dans un tube de porcelaine vernissée à l'intérieur et à l'extérieur, fermé par des ajutages en verre. On a recueilli et pesé 0,0496 d'acide carbonique. Dans la nacelle, on a retrouvé après la combustion 0,0025 d'une substance incombustible formée de grains transparents dont la présence était due sans doute à l'emploi dans quelques-unes de nos expériences d'une fonte riche en silicium. Ce résidu disparaît presque totalement après plusieurs traitements successifs de quatre heures chacun à l'acide sulfurique bouillant, puis à l'acide fluorhydrique titrant de 70 à 80 d'anhydride. Il ne restait finalement que deux ou trois parcelles de siliciure de carbone nettement reconnaissable à son aspect et à sa forme cristalline.

» Le poids de la matière combustible dans l'oxygène a donc été de 0,013 et le poids de l'acide carbonique recueilli de $0^{gr},0496$. En prenant 12 pour poids atomique du carbone et 16 pour celui de l'oxygène, on devrait théoriquement recueillir 0,0477 d'acide carbonique.

» En résumé, dans les conditions différentes où nous nous sommes

placé, nous avons pu obtenir une variété de carbone noir ou transparent dont certains échantillons présentaient une apparence cristalline très nette, qui avait une densité comprise entre 3 et 3,5, qui rayait le rubis, qui résistait à 12 attaques du mélange de chlorate de potassium sec et d'acide azotique fumant, enfin qui brûlait dans l'oxygène à une température voisine de 900° en donnant environ quatre fois son poids d'acide carbonique. Ce sont là des propriétés que possède seul le diamant naturel. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la pression intérieure dans les gaz;* par M. **E.-H. Amagat.**

« Je me suis proposé dans le présent travail de rechercher, séparément, et en m'appuyant uniquement sur les lois expérimentales, une expression du terme appelé *pression intérieure,* dans les diverses formules proposées pour représenter la relation $\varphi(pvt) = 0$.

» Dans cette Note, j'examinerai seulement les lois que suit une expression que j'appellerai également pression intérieure, indépendamment de l'application qui peut en être faite aux formules en question, et que je commencerai par définir.

» Lorsqu'une masse de gaz subit isothermiquement une variation de volume dv, le travail correspondant est $E l\,dv$; soit

$$T\frac{dp}{dt}dv.$$

» Si l'on retranche le travail extérieur $p\,dv$, il reste, pour le travail intérieur,

$$\left(T\frac{dp}{dt} - p\right)dv.$$

» La pression extérieure étant le quotient du travail extérieur par la variation de volume, il paraît naturel d'appeler pression intérieure l'expression entre parenthèses qui est le quotient du travail intérieur par la variation de volume, et que je désignerai par la lettre π.

» J'examinerai d'abord les lois que suit cette fonction quand on fait varier les conditions de volume, de pression et de température.

» J'ai donné, dans de précédentes Communications, des Tableaux assez étendus des valeurs de $\frac{dp}{dt}$ pour différents gaz; c'est avec les nombres de ces Tableaux qu'ont été calculés ceux qui suivent.

» Voici d'abord les résultats pour l'acide carbonique et l'éthylène.

$$\pi = \left(\mathrm{T}\frac{dp}{dt} - p\right) \text{ jusqu'à } 1000^{\text{atm}}.$$

Acide carbonique.

Volumes.	0°-20°.	20°-40°.	40°-60°.	60°-80°.	80°-100°.	0°-100°.	100°-200°.
	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm
0,02385	23	23	20	20	23	22	18
0,01636		46	45	40	42	43	35
0,01300			66	63	63	64	55
0,01000			112	102	102	105	92
0,00768			176	162	166	168	146
0,00578			277	269	267	271	250
0,00428			444	449	456	450	435
0,00316			773	804	836	804	805
0,00250		1258	1335	1334	1370	1324	1323
0,00200	2292	2189	2346	2362	2081	2254	
0,00187	2583	2845	2416			2614	

Éthylène.

Volumes.	0°-20°.	20°-40°.	40°-60°.	60°-80°.	80°-100°.	0°-100°.	100°-200°.
	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm
0,01666	47	44	44	46	44	45	39
0,01125		95	91	90	85	91	80
0,00833		156	142	149	152	152	142
0,00643		239	241	244	243	242	234
0,00500		365	373	381	381	375	375
0,00417		533	561	548	579	555	539
0,00350	760	804	820	820	867	814	764
0,00300	1168	1127	1160	1138	1190	1154	
0,00286	1214	1327	1227	1285	1321	1348	
0,00							
0,00							

» Ces valeurs de π ont été obtenues au moyen de celles de $\frac{dp}{dt}$, relatives aux limites de température indiquées, et correspondent aux volumes constants inscrits dans la première colonne verticale; l'unité de volume étant toujours celui de la masse de gaz à zéro, sous la pression de 1^{atm}. Les vides du Tableau correspondent à l'état de saturation.

» On voit que les nombres d'une même ligne horizontale varient peu.

» Si l'on tient compte de ce qu'une très petite variation de la valeur de $\frac{dp}{dt}$ entraîne une variation considérable de la valeur de π, on conclura que la pression intérieure est sensiblement fonction du volume seul, quoique la valeur moyenne entre 100° et 200° soit un peu inférieure à la valeur moyenne entre 0° et 100°, surtout pour les faibles pressions. Je dois du reste rappeler que les expériences à 200° ont présenté d'assez grandes difficultés, et que les erreurs possibles (et principalement pour les faibles pressions) sont toutes dans le sens d'une diminution de $\frac{dp}{dt}$, et, par suite, de π.

» Il est facile, du reste, de voir que la constance de la valeur de π dépend de celle de la valeur de $\frac{dp}{dt}$ dont les variations, comme on le sait, sont très faibles. Si en effet $\frac{dp}{dt}$ était rigoureusement fonction du volume seul, on aurait pour un volume donné v

$$\frac{dp}{dt} = \varphi(v),$$

d'où

$$p = \varphi(v)\mathrm{T} + \mathrm{C},$$
$$0 = \varphi(v)\theta + \mathrm{C},$$

et, par suite,

$$p = \varphi(v)(\mathrm{T} - \theta),$$

θ ne dépendant que du volume seul ; on aurait donc

$$\mathrm{T}\frac{dp}{dt} - p = \mathrm{T}\,\varphi(v) - (\mathrm{T} - \theta)\,\varphi(v) = \theta\,\varphi(v) = \Phi(v).$$

La pression intérieure serait donc rigoureusement fonction du volume seul ; voyons maintenant comment elle varie avec le volume.

» Les Tableaux qui précèdent montrent que π augmente rapidement quand le volume décroît, dans les limites de pression qu'ils comportent, c'est-à-dire jusque vers 1000^{atm} ; je n'ai pu jusqu'à présent étudier l'acide carbonique et l'éthylène au delà de cette limite, mais j'ai fait cette étude pour l'oxygène, l'azote, l'air et l'hydrogène jusqu'à 3000^{atm}. Voici un Tableau relatif à ces gaz qui va permettre de continuer l'examen des valeurs que prend π sous des volumes beaucoup plus petits.

$$\pi = \left(\mathrm{T}\frac{dp}{dt} - p\right).$$

Pressions à zéro.	Oxygène.		Azote.		Air.		Hydrogène.		
	Volumes.	π.	Volumes.	π.	Volumes.	π.	Volumes.	π.	β (depuis 0^{b}).
atm		atm		atm		atm		atm	
100	0,009265	34	0,009910	26	0,009730	26	0,010690	+ 1,5	0,00373
200	0,004570	135	0,005195	92	0,005050	99	0,005690	+ 9	0,00385
300	0,003208	260	0,003786	176	0,003658	190	0,004030	+ 14	0,00385
400	0,002629	383	0,003142	250	0,003036	299	0,003207	+ 16	0,00382
500	0,002312	401	0,002780	313	0,002680	339	0,002713	+ 15	0,00379
600	0,002115	589	0,002543	371	0,002450	397	0,002386	+ 12	0,00375
700	0,001979	671	0,002374	413	0,002288	434	0,002149	+ 3	0,00369
800	0,001879	745	0,002247	447	0,002168	459	0,001972	− 8	0,00364
900	0,001800	811	0,002149	470	0,002071	476	0,001832	− 33	0,00358
1000	0,001735	877	0,002068	488	0,001992	485	0,001720	− 46	0,00355
1200	0,001635	1000	0,001946	505	0,001883	489	0,001557	− 71	0,00346
1500	0,001526	1149	0,001813	513	0,001754	469	0,001380	−143	0,00333
1800	0,001448	1252	0,001714	507	0,001662	425	0,001258	−225	0,00322
2000	0,001408	1286	0,001663	494	0,001613	383	0,001194	−284	0,00315
2200	0,001375	1293	0,091620	479	0,001570	338	0,001141	−348	0,00310
2400	0,001329	1283	0,001583	458	0,001533	287	0,001097	−410	0,00305
2600	0,001316	1257	0,001553	436			0,001059	−495	0,00298
2800	0,001292	1222	0,001525	410			0,001024	−578	0,00290

» Les résultats consignés dans ces Tableaux sont relatifs à des limites de température comprises entre zéro et 100° pour les pressions inférieures

à 1000^{atm} et entre zéro et 50° environ au delà de cette pression, ce qui importe peu d'après ce qui a été dit plus haut, relativement à l'influence de la température; ces résultats ne sont pas, comme ceux du premier Tableau, les produits bruts du calcul, ils ont été obtenus au moyen de valeurs de $\frac{dp}{dt}$ prises sur des courbes tracées de manière à faire disparaître quelques irrégularités inévitables dans des séries de valeurs correspondant à des différences secondes, et qui ont permis de raccorder les résultats obtenus par deux méthodes différentes qui présentaient une lacune $\left(\text{seulement pour les valeurs de } \frac{dp}{dt}\right)$ vers la limite commune.

» On voit que, pour l'oxygène, les valeurs de π, quand le volume diminue, croissent, passent par un maximum, puis commencent à décroître d'une façon bien nette quoique peu accentuée.

» Pour l'azote et l'air, la décroissance après le maximum est très notable, surtout pour l'air.

» Enfin, pour l'hydrogène, π continue à décroître après le maximum jusqu'à devenir nul, après quoi il prend des valeurs négatives rapidement croissantes. Le fait est certainement général, l'ensemble des résultats ne permet aucun doute à cet égard.

» Pour les gaz simples étudiés (peut-être pour tous ceux formés sans condensation), le phénomène se produit dans des limites de pression d'autant moins élevées que le gaz est plus parfait; mais il ne faudrait tirer de là aucune conclusion relativement à ceux du premier Tableau qui n'appartiennent point au même groupe, il serait donc fort intéressant de pousser plus loin leur étude.

» On remarquera combien, au point de vue qui nous occupe, l'hydrogène est, sous le rapport de la perfection, en avance sur tous les autres gaz, combien, en particulier, les valeurs positives de π sont relativement faibles. On peut chercher à s'expliquer le changement de signe de π, soit par un changement de signe des forces moléculaires, soit par la réaction des molécules comprimées les unes contre les autres, soit par les deux effets; je ferai remarquer à ce sujet que, au moment où π s'annule, le volume pour l'hydrogène (0,00211 environ) est encore bien supérieur à la limite inférieure du covolume répondant à la forme des isothermes; ce volume, caractéristique pour chaque gaz, doit évidemment entrer dans la relation $\varphi(ptv) = 0$.

» Enfin, je ferai encore une remarque : au moment où π est nul, le

coefficient $\left(\frac{1}{p}\frac{dp}{dt} = \beta\right)$, qui passe aussi par un maximum, reprend très sensiblement la valeur (0,00367) qu'il a sous la pression normale alors que π est extrêmement petit; cela devait être, et, en effet, on a alors

$$\pi = \mathrm{T}\frac{dp}{dt} - p = 0, \qquad \text{d'où} \qquad \frac{dp}{p} = \frac{dt}{t},$$

et, par suite,

$$p = \mathrm{CT}, \qquad \text{au lieu de} \qquad p = \mathrm{C}(\mathrm{T} - \theta);$$

la pression est donc, comme dans les gaz parfaits, proportionnelle à la température comptée depuis le zéro absolu, on doit donc retrouver pour β (partant ici de zéro) l'inverse de la température absolue. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre de la Section d'Économie rurale, en remplacement de feu M. *Chambrelent*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 57,

M. Aimé Girard	obtient.	51 suffrages
M. Laboulbène	»	4 »
M. Müntz	»	2 »

M. **Aimé Girard**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

NAVIGATION. — *Sur l'époque du départ pour la pêche en Islande.* Lettre de M. **Jean Aicard** à M. Berthelot.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

« Paris, ce 6 février 1894.

» L'industrie de la pêche en Islande dévore tous les ans quatre et demi pour cent des vies humaines qu'elle emploie ; il n'y a pas d'industrie plus

meurtrière; les pays d'où partent les pêcheurs d'Islande peuvent s'appeler les *pays du deuil*.

» Peut-on la rendre moins meurtrière, cette industrie que le département de la Marine considère, à bon droit, comme une école de marins héroïques, nécessaires à la force et à la gloire du pays? Oui.

» En 1839, la flottille d'Islande subit de tels désastres que l'opinion publique s'émut; et une loi, promulguée en 1840, fixa les départs au 1er avril. Jusqu'en 1870, cette date du 1er avril fut maintenue, et il est constaté que la pêche en Islande, de 1840 à 1870, *aussi prospère que jamais*, fut en même temps beaucoup moins meurtrière aux hardis pêcheurs.

» Il semble avéré que *l'époque de février et de mars est celle des mauvais temps*. Est-ce vrai? Toute la question est là.

» Depuis 1870, une sorte de lutte s'est établie entre les armateurs, jaloux d'*arriver premiers* à Islande afin de revenir *vendre premiers* en France.

» C'est ainsi que chacun se croit obligé, pour défendre ses intérêts, de partir un jour plus tôt, et c'est ainsi que, peu à peu, de jour en jour, la date des départs est remontée du 1er avril (fixée par la loi de 1840) au 1er mars et même aux premiers jours de février. A cette époque de la saison dangereuse, c'est une véritable course à la mort.

» En signalant ces faits à l'Académie des Sciences, compétente entre toutes les Sociétés savantes, je suis certain que cette Compagnie, émue des malheurs si étrangement immérités qui frappent depuis tant d'années les populations de notre littoral breton, trouvera une solution à ce problème d'où dépendent la vie et la joie ou la douleur et la mort de tant de Français. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie que les divers objets qui lui ont été légués par Frédéric Cuvier sont parvenus au Secrétariat.

Ces objets seront soumis à l'examen des Sections de Zoologie et de Minéralogie réunies.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Mémoire de M. *Maurice d'Ocagne* « Sur un abaque donnant la résolution des triangles sphériques dans tous les cas possibles ». (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

M. E. **Maumené** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section d'Économie rurale.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner) pendant le second semestre de* 1893. Note de M. J. **Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Ces observations sont résumées dans les Tableaux suivants, pour l'explication desquels nous renvoyons au Tome CXVII, p. 575, des *Comptes rendus*.

» Les principaux faits qui en résultent sont les suivants :

» *Taches*. — On constate une diminution dans le nombre de groupes de taches, mais elle peut venir, au moins en partie, de ce que, durant trois périodes : six jours consécutifs en juillet, neuf en novembre et onze en décembre, le Soleil n'a pu être observé. Malgré cette diminution, on remarque que leur surface a été plus grande que pour le premier semestre : 209 groupes donnent une surface de 18514 millionièmes, tandis que 225 groupes en donnaient 12561. Nous avons pour l'hémisphère austral 111 groupes au lieu de 143, soit 32 groupes de moins, et au nord 98 groupes au lieu de 82, soit 16 groupes de plus.

» Il ne s'est passé aucun mois sans qu'une tache ou un groupe de taches ait été *visible à l'œil nu;* ce sont ceux du Tableau I marqués d'un astérisque. Au total 13 groupes au lieu de 11 donnés par le premier semestre.

» *Régions d'activité*. — Les trois lacunes signalées dans nos observations se font moins sentir pour les facules que pour les taches, mais il y a lieu néanmoins d'en tenir compte. La totalité des groupes observés est la même, soit 228, mais la surface est moindre : 346,1 au lieu de 490,1. L'hémisphère austral a fourni 118 groupes au lieu de 127, et l'hémisphère boréal 110 groupes au lieu de 101. Comme les taches, les régions d'activité augmentent au nord à mesure qu'elles diminuent au sud, mais il y a diminution des deux côtés dans les hautes latitudes.

Tableau I. — *Taches*.

Dates extrêmes d'observation.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
	Juillet 1893.		0,00
26-30	−16		14
26-30		+12	2
26- 4	−22		78
27- 6		+19	32
28		+21	5
29-11	−17		207
4		+25	3
7		+ 6	2
6- 8		+11	6
7- 8	−22		25
3-15	−15		773
3-12	− 7		66
4-15		+ 9	241
6-17	−20		162
7-17		+13	11
8-13	−23		12
8-18	−19		82
11-13	−17		15
11-19		+16	286
11-19		+ 3	82
11-22		+16	172
15-17		+11	2
17		+ 7	9
18-21	−31		9
19-24	−21		5
21-25	−10		11
21-25	−12		15
24-25		+21	2
19-29	−21		114
21-29	−12		81
24-31	−24		5
21- 2		+24	62
24		+13	1
29		+23	3
29		+ 5	1
29-31	−18		2
25- 5	−21		9
31- 4	−26		37
19 j.	−19°	+14°	
	Août 1893.		0,00.
29- 1		+22	15
29- 3	−28		10
31		+20	2
31- 5	−30		4
31-10		+10	52
31-11	−15		172
3		+ 2	1
3		+ 4	1
3-12	− 3		68
2-12		+15	304
	Août (suite).		
2-12	−18		1284
2- 8		+13	4
2- 9	−14		10
3- 5	−22		4
4-12		+17	98
5-12	−10		40
7-11		+ 5	16
7-10		+ 6	20
8- 9	−18		8
11-12	−28		57
7-17		+16	75
7-19	−16		287
8-16		+18	13
19-21	−13		58
21	−15		3
11-22		+10	76
18-24		+16	42
16-25	−12		123
24-25		+ 6	6
16-26	− 9		154
16-26	−11		161
18-26	−28		49
21-22	−30		13
17-22		+10	8
18-26		+10	41
16-28	−10		135
19-25	−20		6
19-31		+ 9	43
24		+28	6
24-25		+13	4
21- 1		+17	13
23- 2		+26	95
25- 8	−17		11
26- 8		+20	7
23 j.	−18°	+14°	
	Septembre 1893.		0,00.
28- 9		+14	465
28- 9	−19		362
4	− 6		4
28- 9	−11		667
31- 8	−13		41
2- 5	−29		3
6- 7	−22		5
7	−29		1
7	−20		4
4-14	− 8		262
8-13		+12	7
13-15		+ 3	9
6-18	− 9		325
8-18	−13		33
	Septembre (suite).		
13-15		+ 8	27
14-19		+18	14
13-20	−23		53
18	−16		5
15-27		+ 8	319
18-20		+24	6
18-27	− 9		77
20	−26		61
20-27		+12	68
25-27		+19	26
29		+28	1
25-29	−12		50
25- 4	−11		51
27- 4		+ 8	258
19 j.	−16°	+14°	
	Octobre 1893.		0,00.
27-29	− 7		3
28	−22		2
25- 4		+12	253
29-30	−10		6
30		+19	3
29-10		+ 3	100
4	−22		3
4-10	−21		6
9		+15	13
8-16	− 9		52
9-16	−14		47
9-17	−11		76
11-14	−15		3
13-17	− 5		6
10		+19	2
10-16		+20	3
10-21		+23	204
12		+11	2
17-21	−19		9
14-21		+14	77
20-21	−19		9
12-24		+11	195
14-26	−14		185
24		+21	20
24	− 9		25
19-28	−21		189
19-30	− 7		554
19-30		+ 7	93
24-28		+18	101
21- 2		+14	107
24- 2	− 9		170
26- 2	−14		11
16 j.	−14°	+15°	

Dates extrêmes d'observation.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
Novembre 1893.			0,00
30	−22		14
30− 4	− 8		51
2	−14		25
2− 4		+ 3	18
14	−12		5
14−16	− 8		12
14−17		+24	4
14		+10	6
14−18	− 7		148
14−17		+ 9	17
16	−28		11
14−17	− 9		24
18	−15		7
14−17		+10	2
14−18		+ 9	51
14−17	−33		16
14−18		+20	19
14−17		+13	20
14−22		+17	230
14−18		+ 9	5
16−18	−10		4
16−24	− 7		46
17−24	−20		16
17−18	−18		2
18		+14	3
Novembre (suite).			
17−24		+18	100
16−28	− 6		695
18		+21	14
22		+22	1
22−24		+20	56
24		+11	12
28	−14		13
28		+19	289
28	−17		1
24−28		+18	19
9 j.	−14°	+15°	
Décembre 1893.			0,00
9		+20	390
9		+21	14
9	−12		4
9−12		+19	163
12	−11		1
12−15	−17		158
12−22		+19	27
15−19	−16		43
15−22	− 8		36
15−22	− 1		192
Décembre (suite).			
21	−10		6
15−22		+10	174
15−26	− 6		459
26		+12	255
19−30		+11	284
19−22		+19	40
22−30		+19	45
21−30		+19	57
26−27		+21	6
21−30	−18		45
21−30	−27		154
21−30	−20		156
26−30		+19	2
21−30	− 2		120
22−30	− 3		79
26−27	− 6		10
30		+ 0	33
30	−28		4
26−30	− 9		155
26−30	−10		212
30		+ 7	8
26− 6	− 6		250
9 j.	−12°	−15°	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

	Sud.					Nord.					Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles
	40°–30°.	30°–20°.	20°–10°.	10°–0°.	Somme.	Somme.	0°–10°.	10°–20°.	20°–30°.	30°–40°.		
Juillet	1	8	9	2	20	18	5	8	5	»	38	2644
Août	»	6	12	3	21	23	10	10	3	»	44	3599
Septembre	»	5	8	4	17	11	4	5	2	»	28	3204
Octobre	»	4	7	7	18	14	2	10	2	»	32	3529
Novembre	1	2	7	7	17	18	6	9	3	»	35	1956
Décembre	»	2	6	10	18	14	3	9	2	»	32	3582
Totaux	2	27	49	33	111	98	30	51	17	»	209	18514

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

	Sud.						Nord.						Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
	90°–40°.	40°–30°.	30°–20°.	20°–10°.	10°–0°.	Somme.	Somme.	0°–10°.	10°–20°.	20°–30°.	30°–40°.	40°–90°.		
Juillet	»	1	8	7	1	17	20	5	10	4	1	»	37	59,2
Août	»	1	6	9	3	19	24	8	10	5	1	»	43	53,3
Septembre	»	1	7	6	4	18	15	3	9	3	»	»	33	56,4
Octobre	»	»	5	8	8	21	14	4	8	2	»	»	35	71,1
Novembre	»	2	6	5	9	22	19	7	7	5	»	»	41	55,0
Décembre	»	1	4	8	8	21	18	3	11	4	»	»	39	51,1
Totaux	»	6	36	43	33	118	110	30	55	23	2	»	228	346,1

GÉOMÉTRIE. — *Sur des congruences rectilignes et sur le problème de Ribaucour.* Note de M. **E. Cosserat**, présentée par M. Darboux.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 29 janvier, M. A. Demoulin a rappelé l'attention sur des résultats obtenus par Halphen et Ribaucour. Il n'est pas inutile d'ajouter que les congruences (Γ_1) et (Γ_2) de M. Demoulin appartiennent à une même classe qui intervient utilement dans le problème de la déformation et à l'égard de laquelle Ribaucour [1] a énoncé, sans démonstration, des propositions générales; les théorèmes de Ribaucour ont été établis, d'une façon très élégante, par M. Bianchi [2], dans un de ses plus beaux Mémoires. Dans un travail qui est actuellement à l'impression, j'ai repris la démonstration de ces mêmes théorèmes et j'ai énoncé, en me laissant guider par les *Leçons* de M. Darboux, une proposition qui est la réciproque de celle envisagée par Ribaucour et par M. Bianchi; il est bien aisé, en effet, d'établir le théorème suivant :

» *Pour qu'une congruence établisse une correspondance entre les asymptotiques des deux nappes* (F_1) *et* (F_2) *de la surface focale, il faut et il suffit que le produit des quatre rayons de courbure principaux des surfaces* (F_1), (F_2) *aux points correspondants* F_1, F_2 *soit égal à la quatrième puissance du quotient de la distance de ces deux points par le sinus de l'angle des plans focaux.*

» Cette proposition résulte immédiatement des formules que j'ai données dans un Mémoire antérieur; remarquons, en effet, que, dans le cas actuel, la représentation sphérique d'une droite de la congruence peut être supposée dépendre essentiellement de deux paramètres distincts; rapportons la congruence à ses développables; choisissons sur la normale à (F_1) en F_1 un sens positif pour compter les segments, en sorte que les rayons de courbure principaux R_1, R'_1 auront des signes déterminés; opérons de même pour les rayons de courbure principaux R_2, R'_2 de (F_2) en F_2; dans ces conditions, on a les formules [3]

$$R_1 R'_1 = \frac{4\rho g^2\left(\frac{\partial\rho}{\partial u} + \rho\beta_1\right)}{\gamma(pq_1 - qp_1)^2}, \qquad R_2 R'_2 = \frac{4\rho e^2\left(\frac{\partial\rho}{\partial v} + \rho\beta\right)}{\alpha_1(pq_1 - qp)^2}.$$

---

(1) *Étude des élassoïdes ou surface à courbure moyenne nulle*, § 187, p. 229.

(2) *Sopra alcune nuove classi di superficie e di sistemi tripli ortogonali*, p. 328, 329.

(3) *Sur les congruences de droites et sur la théorie des surfaces*, p. 20, 21 (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, t. VII).

» D'ailleurs, si V désigne l'un des angles des plans focaux, on a

$$\sin^2 V = \frac{(pq_1 - qp_1)^2}{e.g}.$$

La relation

$$R_1 R'_1 R_2 R'_2 = \left(\frac{F_1 F_2}{\sin V}\right)^4$$

équivaut donc à la suivante

$$\left(\frac{\partial \log \rho}{\partial u} + \beta_1\right)\left(\frac{\partial \log \beta}{\partial v} + \beta\right) = \alpha_1 \gamma.$$

» Si l'on remarque que les asymptotiques de (F_1) et de (F_2) sont définies respectivement par les équations

$$\left(\frac{\partial \log \rho}{\partial u} + \beta_1\right) du^2 + \gamma\, dv^2 = 0,$$

$$\alpha_1\, du^2 + \left(\frac{\partial \log \rho}{\partial v} + \beta\right) dv^2 = 0,$$

on voit que la proposition est établie.

» Si l'on compare la relation qui vient d'être établie avec celle que l'on trouve à la page 229 du Mémoire déjà cité de Ribaucour, il en résulte que, si l'on ramène à la forme

$$\frac{\partial^2 z}{\partial u\, \partial v} = \lambda z$$

l'équation dont dépend le problème de la déformation infinitésimale de (F_2), cette équation se déduit de l'équation correspondante relative à (F_1) par la transformation de M. Moutard; cette conséquence n'est, d'ailleurs, qu'une forme différente d'une proposition bien connue de M. Guichard.

» Envisageons maintenant les congruences (Γ_3) de M. Demoulin, c'est-à-dire les congruences telles que les lignes asymptotiques de l'une des nappes de la surface focale correspondent aux lignes de courbure de l'autre nappe; adoptant pour définir R_1, R'_1, R_2, R'_2 les mêmes conventions que précédemment, on trouve dans ce cas qu'*une des conditions du problème* équivaut à la suivante

$$R_1 R'_1 R_2 R'_2 = -\left(\frac{F_1 F_2}{\sin V}\right)^4.$$

» J'appellerai en terminant l'attention sur une question intéressante, envisagée pour la première fois, je crois, par Ribaucour. Considérons une correspondance entre deux surfaces (A) et (B) telle qu'il existe une sphère tangente à ces surfaces aux points correspondants A et B; on peut recher-

cher tous les cas dans lesquels une pareille correspondance peut donner une représentation conforme ou un tracé géographique avec conservation des angles de l'une des surfaces sur l'autre.

» Un exemple intéressant d'une pareille correspondance, en dehors des cas connus, nous est fournie par les *Leçons* de M. Darboux (t. II, p. 245); considérons, en effet, une sphère de rayon constant k dont le centre décrit une surface dont la courbure totale est constante et égale à $\frac{1}{k^2}$; les deux nappes de l'enveloppe de cette sphère sont des surfaces dont la courbure moyenne est constante et qui répondent à la question.

» De même que dans le problème de M. Christoffel, l'étude de la congruence des droites AB donne ici des indications importantes. Laissons de côté les solutions correspondant aux hypothèses particulières suivantes : 1° les droites AB sont parallèles à une même direction; 2° elles passent par un même point; 3° les développables de la congruence engendrée par AB sont confondues; 4° elles découpent (A) et (B) suivant des lignes de longueur nulle. Ces solutions particulières étant écartées, on trouve bien facilement que les points A et B doivent être les centres de sphères de rayon nul se coupant suivant un cercle engendrant un système cyclique et que les développables de la congruence des droites AB doivent découper (A) et (B) suivant des systèmes orthogonaux. Ces conditions, qui sont nécessaires, sont d'ailleurs suffisantes.

» Remarquons, comme conséquence de ce qui précède, que, de l'existence de la solution particulière que nous avons puisée dans les *Leçons* de M. Darboux, résulte cette proposition bien connue de Ribaucour :

» *On obtient des systèmes cycliques pour lesquels les cercles sont tous égaux en prenant une surface quelconque à courbure totale constante* $-\frac{1}{R^2}$ *et en décrivant, dans chaque plan tangent de cette surface et du point de contact comme centre, un cercle de rayon* R. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur une propriété caractéristique de l'élément linéaire des surfaces spirales.* Note de M. **Alphonse Demoulin**, présentée par M. Darboux.

« Soient (S) et (S_1) deux surfaces qui se correspondent par orthogonalité des éléments, M un point quelconque de (S) et M_1 le point qui lui correspond sur (S_1). Cherchons s'il est possible de choisir les surfaces (S)

et (S_1) de telle manière que les droites MM_1 soient tangentes en M à la surface (S).

» Rapportons la surface (S) aux courbes ($v =$ const.) auxquelles les droites MM_1 seront tangentes, et à leurs courbes orthogonales ($u =$ const.); son élément linéaire sera de la forme

$$ds^2 = A^2 du^2 + C^2 dv^2.$$

» Soient Mx, My les tangentes aux lignes coordonnées et Mz la normale à la surface; les coordonnées du point M_1, par rapport aux axes Mx, My, Mz, sont x, o, o. On a, pour les composantes du déplacement infiniment petit du point M

$$A du, \quad C dv, \quad 0,$$

et pour les composantes du déplacement correspondant du point M_1 [1]

$$dx + A du, \quad C dv + (r du + r_1 dv) x, \quad -(q du + q_1 dv) x. \tag{1}$$

» Nous exprimerons toutes les conditions du problème en écrivant que ces deux déplacements sont rectangulaires, ce qui donnera

$$A dx\, du + A^2 du^2 + C^2 dv^2 + (r du + r_1 dv) C dx = 0.$$

» Cette égalité devant avoir lieu quels que soient du et dv, on en conclut

$$\frac{\partial x}{\partial u} + A = 0,$$

$$C + \frac{x}{A}\frac{\partial C}{\partial u} = 0,$$

$$A\frac{\partial x}{\partial v} - x\frac{\partial A}{\partial v} = 0.$$

L'intégration de ce système de trois équations aux inconnues A, C, x se fait sans difficulté, et l'on trouve

$$A = U'V,$$

$$C = UV_1,$$

$$x = -UV,$$

U désignant une fonction arbitraire de u, et V, V_1 des fonctions arbitraires de v.

» Nous arrivons donc à cette conclusion : pour que la surface (S) satis-

(1) Voir G. Darboux, *Leçons sur la théorie générale des surfaces*, t. II, p. 385.

fasse à la question, il est nécessaire et il suffit que son élément linéaire soit de la forme

$$ds^2 = U'^2 V^2 du^2 + U^2 V_1^2 dv^2.$$

La surface (S) choisie, la surface (S_1) sera le lieu du point $M_1(-UV, o, o)$.

» Si l'on pose

$$\int \frac{U' dv}{U} = \alpha, \qquad \int \frac{V_1}{V} dv = \beta,$$

l'élément linéaire ci-dessus devient

$$ds^2 = e^{2\alpha} B(\beta)(d\alpha^2 + d\beta^2),$$

B (β) étant une fonction arbitraire de son argument.

» On reconnaît là l'élément linéaire le plus général des surfaces spirales.

» Enfin, on démontrera aisément que le point M_1 est le centre de courbure géodésique, en M, de la courbe $\alpha =$ const., qui passe en ce point.

» Réunissant ces différents résultats, nous pouvons énoncer le théorème suivant :

» *Soient* (S) *et* (S_1) *deux surfaces qui se correspondent par orthogonalité des éléments,* M *et* M_1 *deux points correspondants. Si les droites* MM_1 *sont tangentes à la surface* (S), *celle-ci sera applicable sur une surface spirale. Son élément linéaire ayant été ramené à la forme*

$$ds^2 = e^{2\alpha} B(\beta)(d\alpha^2 + d\beta^2),$$

les droites MM_1 *seront tangentes aux lignes* $\beta =$ const., *et un point quelconque* M_1 *de* (S_1) *sera le centre de courbure géodésique en* M *de celle des courbes* $\alpha =$ const. *qui passe en ce point.*

» *Réciproquement, lorsqu'une surface* (S) *admet l'élément linéaire des surfaces spirales, savoir*

$$ds^2 = e^{2\alpha} B(\beta) d\alpha^2 + d\beta^2),$$

les centres de courbure geodésique des lignes $\alpha =$ const. *sont situés sur une surface* (S_1) *qui correspond à* (S) *par orthogonalité des éléments. Un point quelconque* M *de* (S) *a pour correspondant le centre de courbure géodésique en* M *de celle des courbes* $\alpha =$ const. *qui passe en ce point.*

» Nous terminerons cette Note en résolvant la question suivante :

» Deux surfaces (S) et (S_1) peuvent-elles se correspondre par orthogonalité des éléments de telle manière que les droites MM_1, qui joignent deux points correspondants, soient tangentes aux deux surfaces?

» D'après ce qui précède, ces surfaces, si elles existent, seront applicables sur des surfaces spirales. Soit

$$ds^2 = e^{2\alpha}B(\beta)(d\alpha^2 + d\beta^2)$$

l'élément linéaire de la surface (S). En exprimant, au moyen des formules (1), que la droite MM_1 est tangente en M_1 à la surface (S_1), on trouve que les lignes de courbure de la surface (S) sont les lignes $\alpha' = \text{const.}$ et $\beta' = \text{const.}$ On déduit de là, par l'emploi des formules de Codazzi, que la surface (S) est nécessairement plane. Écartant cette solution banale, nous pouvons donc dire qu'il n'existe pas de congruence rectiligne établissant entre les deux nappes de sa surface focale une correspondance par orthogonalité des éléments. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques points de la théorie des fonctions.* Note de M. **Émile Borel**, présentée par M. G. Darboux.

« Je demande à l'Académie la permission de lui communiquer quelques résultats dont je dois publier prochainement la démonstration.

» I. Je considère les fonctions $\varphi(z)$ représentées par une série de la forme $\Sigma \frac{A_n}{(z - a_n)^{\alpha_n}}$, dans laquelle les α sont des nombres entiers limités et les A des quantités telles que la série $\Sigma |A_n|$ soit convergente. Supposant les quantités a représentées par des points dans un plan, je considère les points a' dans le voisinage desquels se trouve une infinité de points a. Je suppose que les points a' forment au plus des lignes L et que les points a non situés sur ces lignes sont isolés ou ont des points limites isolés.

» La classe de fonctions ainsi définies possède certaines des propriétés les plus importantes des fonctions analytiques, considérées comme un ensemble de développements de Taylor. On sait que, si les séries $\varphi(z)$ sont convergentes en tous les points d'une aire S, elles sont absolument et uniformément convergentes dans toute aire S' intérieure à S, ainsi que les séries des dérivées de leurs termes, qui sont des fonctions de même nature. De plus, *si des fonctions telles que* $\varphi(z)$ *sont liées par une relation algébrique vérifiée pour tous les points d'une aire* S, *cette relation est identique et par suite est vraie en tous les points où les séries sont convergentes.* Nous pouvons donc convenir de dire que les séries $\varphi(z)$ représentent *la même fonction* en tous les points où elles sont convergentes; cette définition n'est jamais

en contradiction avec celle du prolongement analytique au moyen de la série de Taylor.

» Il est nécessaire de dire quelques mots d'un résultat singulier obtenu par M. Poincaré et qui contredit en apparence ce qui précède. Nous allons voir que ce résultat provient de la difficulté qu'il y a à définir l'uniformité d'une fonction possédant une ligne singulière essentielle, même non fermée. Considérons une fonction $\varphi(z)$ admettant comme ligne singulière L la partie positive de l'axe des quantités réelles, et soit $g(z)$ une fonction uniforme quelconque, à singularités isolées. Il est clair que la fonction $\psi(z) = \varphi(z) + g(z)\log z$ satisfait, ainsi d'ailleurs que $\varphi(z)$, à la définition usuelle des fonctions uniformes; on est ainsi conduit à admettre que la différence de deux fonctions uniformes peut être non uniforme. Il semble plus naturel ici de convenir de dire que les fonctions $\varphi(z)$ sont uniformes et les fonctions telles que $\psi(z)$ faussement uniformes. Le résultat de M. Poincaré s'explique maintenant aisément; posons $\psi_1(z) = \varphi(-z) - g(z)\log z$, il est clair que si l'on a dans la partie supérieure du plan (les déterminations de $\log z$ étant convenablement choisies) l'égalité $\psi + \psi_1 = \varphi(z) + \varphi(-z)$, on aura dans la partie inférieure

$$\psi + \psi_1 = \varphi(z) + \varphi(-z) + 2i\pi g;$$

c'est le résultat de M. Poincaré; on voit qu'il ne présente plus rien de singulier et ne doit pas nous empêcher de dire que la série $\varphi(z) + \varphi(-z)$ représente la même fonction dans tout le plan.

» D'ailleurs lorsqu'on donne le développement de Taylor d'une fonction appartenant à la classe des fonctions $\varphi(z)$, il est possible, au moins théoriquement, de reconnaître qu'elle appartient effectivement à cette classe de fonctions, et de calculer les a et les A, qui sont parfaitement déterminés.

» II. Considérons une série de la forme

$$\sum \frac{A_n}{z - a_n},$$

et supposons seulement que la série $\Sigma \left|\sqrt{A_n}\right|$ soit convergente. Désignons par P et Q deux points qui ne coïncident, ni avec un point a, ni avec un point a', limite de points a, et par S une aire simplement connexe comprenant à son intérieur les points P et Q.

» *Il est alors possible de tracer une infinité non dénombrable de courbes* C, *comprises en entier à l'intérieur de* S, *joignant les points* P *et* Q *et telles que, sur chacune de ces courbes, la série soit uniformément convergente et représente par suite une fonction continue.*

» Cette proposition peut d'ailleurs être généralisée.

» III. Pour démontrer la proposition précédente, je me suis appuyé sur

ce que *si, dans un intervalle donné sur une droite, on a une infinité d'intervalles partiels donnés, dont la somme est inférieure à l'intervalle total, il y a une infinité non dénombrable de points de la droite qui n'appartiennent à aucun des intervalles partiels.* On peut déduire de là que, étant donnée une suite de nombres positifs u_n tels que la série $\sum \frac{u_n}{n}$ soit convergente, on peut trouver dans tout intervalle une infinité non dénombrable de nombres *irrationnels* ξ tels que l'inégalité

$$\left| \xi - \frac{p}{q} \right| < \frac{u_q}{q^2}$$

ne puisse être vérifiée que pour un nombre fini de fractions $\frac{p}{q}$ à termes entiers. On sait que si l'on supposait $u_n = 1$, ξ étant quelconque, toutes les réduites du développement de ξ en fraction continue vérifieraient cette inégalité.

» IV. Toute fonction de variable réelle admettant, dans un intervalle donné, des dérivées de tout ordre (et pouvant n'être développable en série de Taylor pour aucun point de l'intervalle), peut être représentée, *dans tout cet intervalle*, par la somme d'une série de puissances et d'une série de Fourier, *telles que les dérivées de tout ordre de la fonction s'obtiennent en dérivant les séries terme à terme.*

» V. On peut toujours trouver une fonction de variable réelle ayant des dérivées de tout ordre dans cet intervalle donné et telle que ses dérivées aient des valeurs données *quelconques* pour un point de l'intervalle.

» J'ai démontré ces deux dernières propositions en m'appuyant sur ce que, si l'on sait résoudre des équations linéaires (ici en nombre infini) quand les termes indépendants des inconnues sont suffisamment petits, il suffira de savoir les résoudre avec une certaine approximation pour savoir les résoudre en général. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème relatif aux fonctions harmoniques de plusieurs variables réelles.* Note de M. **G.-D. d'Arone**, présentée par M. Picard.

« Désignons par $V(x, y, z)$ une fonction réelle des trois variables réelles x, y, z, finie et continue ainsi que les dérivées premières et secondes en tous les points de l'espace situés à distance finie, et qui satisfait

à l'équation de Laplace

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0.$$

» En désignant par V_0 la valeur que la fonction acquiert à l'origine des coordonnées, et par V_1 celle qu'elle prend au point de coordonnées x_1, y_1, z_1, on sait que ces valeurs sont représentées en fonction des valeurs de la fonction sur la sphère de rayon R avec centre à l'origine, par les formules classiques

$$(1) \qquad V_0 = \frac{1}{4\pi}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} V \sin\theta \, d\theta \, d\psi,$$

$$(2) \qquad V_1 = \frac{1}{4\pi}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} \frac{R^2 - r^2}{(R^2 - 2Rr\cos\gamma + V^2)^{\frac{3}{2}}} V \sin\theta \, d\theta \, d\psi.$$

» Après ce que nous avons démontré dans une Note précédente [1], la fonction V doit varier dans tout l'espace entre l'infini négatif et l'infini positif.

» Admettons que le produit VR^{-n}, n étant un nombre entier et positif, devienne, pour des valeurs toujours croissantes de R, moindre que toute quantité donnée dans le champ où V est positive, et dénotons par I_α, I_β les deux intégrales dans lesquelles se décompose le second membre de la formule (1). Supposons, pour fixer les idées, que l'indice α appartienne à l'intégrale où la fonction V est positive, nous aurons

$$V_0 R^{-n} = I_\alpha R^{-n} - I_\beta R^{-n},$$

et en vertu de l'hypothèse admise on doit avoir

$$\lim_{R=\infty} I_\beta R^{-n} = 0.$$

» Cela posé, soit ε une quantité aussi petite que l'on veut, mais fixe, et soient β_1, β_2 les parties de surface sphérique dans lesquelles se décompose la surface β; β_1 étant la partie de surface correspondante aux valeurs de VR^{-n} inférieures et égales à ε, et β_2 la partie de surface où la fonction VR^{-n} est toujours plus grande que ε.

» Les deux surfaces β_1 et β_2 varient évidemment en variant R et les deux intégrales correspondantes : I_{β_1}, I_{β_2} doivent respectivement tendre vers zéro pour R croissant. Or la partie des surfaces sphériques β_2 peut, quand R augmente indéfiniment et ε reste fixe, tendre vers zéro, ou rester toujours

---

(1) *Comptes rendus*, 1892.

comprise entre deux limites positives fixes, différentes de zéro et pas coïncidentes. Dans la première hypothèse, il est évident, pour la continuité, que la fonction RV^{-n}, quand R croît indéfiniment, se maintiendra toujours plus petite qu'une quantité ε petite à volonté.

» En admettant la seconde hypothèse, on aura, pour des valeurs toujours croissantes de R,

$$I_\beta R^{-n} < \varepsilon \int\int_{\beta_2} \sin\theta \, d\theta \, d\varphi,$$

puisque par l'hypothèse admise

$$\varepsilon \int\int_{\beta_2} \sin\theta \, d\theta \, d\varphi > 0, \qquad \text{d'où} \qquad \int\int_{\beta_2} (VR^{-n} - \varepsilon) \sin\theta \, d\theta \, d\varphi < 0,$$

ce qui forme une contradiction avec ce que nous avons admis, d'où nous pouvons affirmer :

» Lemme I. — *Une fonction harmonique continue en tous les points à distance finie ne peut tendre vers l'infini positif et vers l'infini négatif d'une manière différente.*

» Indiquant à présent pour $P^{(n)}$ la fonction sphérique de l'ordre n, l'intégrale (2), à l'aide d'un développement connu, donne lieu à la formule connue,

$$V_1 = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2n+1}{4\pi} \left(\frac{\rho}{R}\right)^n \int_{-1}^{+1} d\mu \int_0^{2\pi} VP^{(n)} \cos\gamma \, d\psi$$

pour

$$\mu = -\cos\theta, \qquad \cos\gamma = \cos\theta\cos\theta' + \sin\theta\sin\theta'\cos(\psi - \psi').$$

» Admettons que l'on ait

$$\lim_{R=\infty} \left| \frac{V}{R^{m+1}} \right| = 0,$$

et décomposons le second membre de la formule (2) en deux parties, on a, puisque le premier membre ne dépend pas de la valeur de R,

$$(3) \quad \left\{ \begin{aligned} V_1 = {} & \lim_{R=\infty} \sum_{n=0}^{m} \frac{2n+1}{4\pi} \left(\frac{r}{R}\right)^n \int_{-1}^{+1} d\mu \int_0^{2\pi} VP^{(n)} \cos\gamma \, d\psi \\ & + \lim_{R=\infty} \sum_{n=m+1}^{\infty} \frac{2n+1}{4\pi} \frac{r^n}{R^{n-(m+1)}} \int_{-1}^{+1} d\mu \int_0^{2\pi} \frac{V}{R^{m+1}} P^{(n)}(\cos\gamma) \, d\psi. \end{aligned} \right.$$

» Mais, par l'hypothèse faite sur le rapport $\frac{V}{R^{m+1}}$ et puisque $P^{(n)}(\cos\gamma) < 1$, on en tire qu'il est toujours possible de choisir, pour une valeur déter-

minée de ε petite à volonté, une valeur de g telle que l'on ait pour toutes les valeurs de R qui satisfont à l'inégalité $R > g$:

$$\frac{1}{4\pi}\int_{-1}^{+1} d\mu \int_{0}^{2\pi} \frac{V}{R^{m+1}} P^{(n)} \cos(\gamma)\, d\psi < \varepsilon.$$

D'autre part, R étant arbitrairement grand, on peut rendre la série

$$\sum_{n=m+1}^{\infty} \frac{(2n+1)r^n}{R^{n-(m+1)}}$$

convergente et, par suite,

$$\lim_{R=\infty} \sum_{n=m+1}^{\infty} \frac{2n+1}{4\pi}\left(\frac{r}{R}\right)^n \int_{-1}^{+1} d\mu \int_{0}^{2\pi} V P^{(n)}(\cos\gamma)\, d\psi = 0.$$

En considérant la première partie de la somme (3) et en y substituant pour $P^{(n)}(\cos\gamma)$ le développement connu

$$P^{(n)}(\cos\gamma) = \sum_{\nu=0}^{n} (-1)^\nu a_\nu^{(n)} [G_\nu^n(\theta, \varphi)\, G_\nu^n(\theta_1, \varphi_1) + S_\nu^n(\theta, \varphi)\, S_\nu^n(\theta_1, \varphi_1)],$$

où les fonctions G et S sont, comme on sait, des fonctions entières de degré n de $\cos\theta$, $\sin\theta\cos\varphi$, $\sin\theta\sin\varphi$ et a_ν^n des constantes numériques, et représentant par A_n et B_n des constantes dont l'expression s'obtiendrait sans peine, on a

$$V_1 = \sum_{n=0}^{m} (2n+1)\left[\sum_{\nu=0}^{n} (-1)^\nu a_\nu V^n G_\nu^n(\theta_1, \varphi_1) A_n + \sum_{\nu=0}^{n} (-1)^\nu a_\nu^{(n)} V^n S_\nu^n(\theta_1, \varphi_1) B_n\right].$$

Mais les produits $r^n G_\nu^n(\theta_1, \varphi_1)$, $r^n S_\nu^n(\theta_1, \varphi_1)$ sont des fonctions entières de degré n; donc nous pouvons affirmer :

» Lemme II. — *Si une fonction harmonique est telle que son rapport à une puissance entière et positive du rayon vecteur a pour limite zéro quand le rayon vecteur augmente indéfiniment, la fonction se réduit à un polynome.*

» Les deux lemmes sont suffisants pour démontrer le théorème suivant :

» Théorème. — *Si une fonction harmonique est telle que son rapport à une puissance entière et positive du rayon vecteur ne varie pas entre l'infini négatif et l'infini positif quand le rayon vecteur croît au delà de toute limite, la fonction doit nécessairement se réduire à un polynome.* »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Recherches sur le mode de combustion des explosifs balistiques*. Note de M. **Paul Vieille**, présentée par M. Sarrau.

« Les formules de M. Sarrau établissent des relations nécessaires entre les effets balistiques obtenus dans une arme et les éléments nombreux qui interviennent dans le tir. Parmi ces éléments, les uns définissent la bouche à feu et les conditions de son chargement, les autres sont relatifs à la nature de l'explosif utilisé dans l'arme et à son mode de fonctionnement.

» Mais, tandis que les éléments qui définissent l'arme et les conditions du chargement sont purement géométriques et directement mesurables, ceux qui définissent la poudre au point de vue balistique ne peuvent être déduits *a priori*, ni des caractères physiques de l'échantillon, ni de la connaissance de sa composition chimique.

» En fait, jusqu'à ce jour, c'est au tir préalable de cet échantillon dans une arme connue que l'on demande les éléments caractéristiques de l'explosif, qui permettent ensuite le calcul *a priori* de ses effets dans une arme quelconque. Cette sujétion conduit, notamment dans l'étude des poudres lentes, dont le fonctionnement balistique normal n'est assuré que par le tir de fortes charges, à la fabrication préalable d'échantillons importants et à des essais onéreux. Nous nous sommes proposé de demander à des essais de laboratoire, ne portant que sur des quantités très restreintes d'explosif, et ne nécessitant ni polygone ni matériel important, les éléments caractéristiques nécessaires à la prévision des effets balistiques d'un explosif réalisé sous forme de simple échantillon.

» Cette idée n'est pas nouvelle. Dès 1833, Piobert avait cherché à ramener la prévision des effets des poudres dans les armes, à la détermination d'une donnée expérimentale facile à obtenir directement, la vitesse de combustion des poudres à l'air libre. Il admettait que, pour les matières ordinairement employées à la fabrication des poudres, la combustion par couches parallèles, que l'on observe à l'air libre, subsistait sous les hautes pressions développées dans les bouches à feu. Il avait également conclu d'expériences forcément grossières, étant donnés les moyens d'investigation de cette époque, que la pression n'influait pas sur la vitesse de combustion des poudres usuelles.

» Cette dernière hypothèse est depuis longtemps reconnue inexacte : tous les auteurs s'accordent à faire varier la vitesse de combustion suivant

une puissance de la pression dont l'exposant est notable, bien que variable entre de larges limites suivant les expérimentateurs, $\frac{1}{4}$ d'après le capitaine Rovel et 1 d'après MM. Sebert et Hugoniot. Quant à la première hypothèse de Piobert, relative au mode de combustion des poudres par couches parallèles, elle a été généralement admise jusqu'à ce jour, au moins pour les poudres de fabrication moderne dont la densité est supérieure à 1800, et elle a constitué la base de la théorie des poudres à gros grains, utilisées dans les armes de gros calibre, bien que les résultats balistiques observés ne permettent pas de la considérer comme rigoureuse.

» En résumé, le mécanisme intime du fonctionnement des poudres est encore mal connu et aucune étude systématique, portant sur le mode de combustion des matières soumises à des pressions de plusieurs milliers d'atmosphères, n'a encore été tentée à notre connaissance.

» Nous nous sommes proposé de reprendre suivant la méthode de Piobert l'étude de l'influence qu'exercent les divers éléments de la fabrication des poudres sur leur mode de combustion, mais en opérant cette combustion non pas à l'air libre, mais sous des pressions comparables à celles qui sont réalisées dans les bouches à feu. A cet effet, nous étudions la loi de développement des pressions produites par la combustion des explosifs dans une éprouvette close et résistante.

» Les conditions de cette combustion ne sont pas identiques à celles qui se trouvent réalisées dans une bouche à feu. Dans nos essais, la pression est constamment croissante jusqu'à la fin de la combustion ; elle ne dépend, à chaque instant, que de la fraction de la charge brûlée, contrairement à ce qui se passe dans un canon, où le déplacement du projectile intervient à chaque instant dans la valeur de la pression.

» Ces conditions de combustion sont donc beaucoup plus simples que celles de la combustion dans les armes, bien qu'elles permettent de faire fonctionner la poudre sous les mêmes pressions : les résultats obtenus sont indépendants de toute hypothèse relative aux phénomènes de détente des gaz et à la valeur des chaleurs spécifiques.

» Enfin cette méthode permet d'opérer silencieusement, dans un laboratoire, sur des charges restreintes, susceptibles de recevoir des modifications physiques ou chimiques qu'il serait impraticable d'appliquer en grand aux charges en usage dans les bouches à feu.

» Un nombre considérable d'expériences a déjà été effectué dans ces conditions et les principaux résultats de nos recherches ont été obtenus il y a une dizaine d'années; nous espérons en faire l'objet d'une prochaine Communication. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité des substances conductrices discontinues.* Note de M. **Édouard Branly**.

« M. Croft et M. Minchin ont reproduit successivement devant la Société de Physique de Londres, le 27 octobre et le 24 novembre 1893, une expérience que j'ai communiquée à l'Académie il y a quelque temps déjà (24 novembre 1890 et 12 janvier 1891) sur une conductibilité spéciale des poudres métalliques par influence électrique. M. Olivier Lodge vient de proposer une explication de cette expérience (*Philosophical Magazine*, janvier 1894).

» Pour éviter des discussions qu'une connaissance incomplète des phénomènes pourrait soulever, il me paraît nécessaire de résumer succinctement les principaux faits que j'ai reconnus et qui sont jusqu'ici dispersés.

» I. *Substances observées.* — 1° Métal en limaille ou en poudre placé dans un tube isolant; métal pulvérisé appliqué en couche très mince sur une plaque isolante. 2° Mélanges de poudres conductrices et isolantes contenus dans un tube d'ébonite et soumis parfois à d'énergiques pressions. 3° Mélanges solidifiés par fusion de conducteurs et d'isolants pulvérisés formant des plaques ou des cylindres et offrant souvent la *compacité et la dureté du marbre* (métaux avec soufre, résine, baumes, ozokérite, cires, etc.). 4° Conducteurs discontinus de natures diverses.

» II. *Mode opératoire.* — Les extrémités du corps essayé sont terminées par des conducteurs métalliques reliés au circuit d'un élément Daniell. L'accroissement de conductibilité est obtenu soit en réunissant un instant les extrémités de la colonne aux deux pôles d'une pile d'un grand nombre d'éléments, soit par des décharges électriques à distance, soit par contact avec un condensateur chargé ou avec le fil induit d'une bobine d'induction. Pourvu que la substance se prolonge par des conducteurs, il est indifférent que son circuit soit ouvert ou fermé; l'action n'a plus lieu lorsque la substance sensible est enfermée dans une cage métallique, s'il ne sort de cette cage aucun conducteur relié à la substance.

» III. *Caractères de la conductibilité.* — La conductibilité devient le plus souvent très grande, elle croît avec l'action influente et peut persister plusieurs jours. Après qu'une première conductibilité a été obtenue et a disparu, une action électrique notablement plus faible que celle qui a produit le premier effet devient suffisante et la susceptibilité à la conductibilité est surprenante. Le choc dans certains cas, la chaleur dans tous les cas fait cesser très vite cette conductibilité. Il suffit parfois d'une très faible élévation de température.

» Ayant répété ces jours derniers ces expériences, j'ai rencontré divers résultats qui me paraissent dignes d'attention. Je choisis deux expériences.

» 1° J'ai pu rendre conducteur un mélange intime de 1 de plombagine et 10 de poudre de lycopode (en poids) fortement comprimé entre les mâchoires d'un étau. Il en a été de même pour un mélange de 2gr de cuivre porphyrisé et de 10gr de poudre de lycopode (épaisseur de la couche conductrice après la compression : 2mm).

» En augmentant ensuite graduellement dans ce dernier cas la proportion de poudre de lycopode, la conductibilité a constamment diminué, elle a fini par ne persister que très peu de temps après avoir été produite, puis elle n'a plus persisté même après de fortes décharges de condensateur.

» 2° Jusqu'ici le seul effet de la chaleur que j'avais observé avait été de supprimer sans retour la conductibilité acquise par influence électrique. J'ai pu mettre en évidence la réapparition spontanée de la conductibilité dans un certain nombre de cas où la chaleur l'avait fait disparaître.

» Soit un cylindre solide de soufre et de limaille fine d'aluminium parties égales) mélangés par fusion. Pas de conductibilité. Mélange rendu conducteur par contact avec une armature d'un condensateur peu chargé. On fait disparaître complètement la conductibilité en chauffant. La source de chaleur est retirée, la conductibilité revient après quelques instants : ces alternatives sont reproduites un grand nombre de fois. On laisse ensuite la chaleur agir pendant une minute après que la conductibilité a disparu, il faut attendre plus de cinq minutes pour voir réapparaître la conductibilité. Il faut une attente plus longue si l'action calorifique est maintenue pendant deux minutes après la disparition de la conductibilité. La conductibilité ne réapparaît plus si l'action de la chaleur a été poursuivie pendant trois minutes.

» D'après l'observation de l'ensemble des faits, deux hypothèses me paraissent susceptibles d'expliquer ces phénomènes.

» 1° Ou l'isolant interposé entre les particules conductrices devient conducteur par l'action passagère d'un courant de haut potentiel et les divers phénomènes observés caractérisent la conductibilité de l'isolant;

» 2° Ou bien on peut regarder comme démontré qu'il n'est pas nécessaire que les particules d'un conducteur soient en contact pour livrer passage à un courant électrique même faible; la distance pour laquelle la conductibilité électrique persistante a lieu dépend de l'énergie des effets électriques antérieurs. Dans ce cas, l'isolant sert principalement à maintenir un certain intervalle entre les particules. »

CHIMIE. — *Sur la fusibilité des mélanges salins isomorphes.* Note de M. **H. Le Chatelier.**

« Aucune des lois de la solubilité ne nous est encore connue d'une façon rigoureuse; nous sommes seulement arrivés jusqu'ici à démêler quelques lois limites dont l'exactitude n'est un peu approchée que pour des solutions moyennement diluées : telles la loi de solubilité des gaz de Henry, la loi d'abaissement des tensions de vapeur et des points de congélation de Raoult, la loi des chaleurs latentes de cristallisation que j'ai déduite des principes de la Thermodynamique. La raison de cette ignorance tient à deux causes : en premier lieu elle doit être attribuée à l'influence des idées de Proust qui a détourné pendant bien longtemps les chimistes d'étudier un peu sérieusement les phénomènes qui ne sont pas régis par la loi des proportions définies; en second lieu, il s'est trouvé que les dissolvants les plus usuels dans les laboratoires et qui devaient naturellement être étudiés les premiers, l'eau, l'alcool, l'acide acétique, présentent une constitution moléculaire anormale, qui complique extraordinairement les phénomènes dont ils sont le siège.

» On peut, en effet, considérer comme bien établi que les variables indépendantes les plus avantageuses pour définir la composition d'un mélange sont les rapports des nombres de molécules de chaque corps au nombre total de molécules du mélange; cela est démontré pour les gaz, il doit nécessairement en être de même pour les liquides en raison de la continuité des divers états de la matière. Or l'eau, l'alcool, l'acide acétique sont, d'après les expériences sur les tensions capillaires de M. Ramsay, constitués dans l'état liquide par un mélange de molécules inégalement condensées dont la proportion varie d'une façon continue avec la température et la dilution. En attribuant à ces liquides le poids moléculaire de leur vapeur on ne peut arriver à aucun résultat satisfaisant. Parmi les expériences déjà faites sur la solubilité, les seules dont on puisse espérer tirer quelques conséquences utiles sont celles dans lesquelles le dissolvant employé a été la benzine, le sulfure de carbone, l'éther et autres liquides à poids moléculaire normal.

» On sait que parmi les dissolutions celles qui semblent présenter le plus d'anomalies sont les dissolutions aqueuses des sels métalliques; pour en expliquer les propriétés, on a été conduit à leur attribuer une constitution hypothétique absolument extraordinaire. Laissant de côté toute espèce d'hypothèses, je me suis proposé d'étudier au point de vue pure-

ment expérimental la part qui pouvait revenir dans les propriétés des solutions salines, soit aux sels, soit à l'eau. Sachant déjà que la constitution de l'eau est anormale, je l'ai provisoirement laissée de côté et j'ai pris l'étude de la solubilité mutuelle des sels entre eux, c'est-à-dire, ce qui revient au même, l'étude de la fusibilité des mélanges salins. Je n'ai pas besoin de rappeler que la distinction faite habituellement entre le corps dissolvant et le corps dissous est purement fictive; les corps mêlés dans une dissolution jouent les uns et les autres le même rôle; la congélation et la cristallisation sont des phénomènes de nature identique. C'est ainsi que la loi que j'avais donnée pour les chaleurs latentes de cristallisation a pu être étendue immédiatement par M. Van't Hoff aux chaleurs latentes de congélation.

» Je me propose dans cette première Note d'étudier les températures de cristallisation des mélanges salins isomorphes. J'appelle *isomorphes* les corps qui ont la propriété, quelle que soit d'ailleurs leur constitution chimique, de cristalliser ensemble en proportions variant d'une façon continue. Mes expériences ont porté sur des couples salins dont l'isomorphisme m'avait été signalé par M. Wyrouboff, ou dont l'isomorphisme pouvait paraître vraisemblable en raison des analogies chimiques.

» Pour faire ces expériences les mélanges de sels en proportions connues étaient fondus au four Forquignon, dans un petit creuset de platine. La fusion obtenue, on arrêtait la soufflerie et on laissait refroidir en agitant le mélange avec l'extrémité d'un couple thermoélectrique; on notait la température ([1]) à laquelle apparaissaient les premiers cristaux. A ces températures élevées les phénomènes de sursaturation sont assez rares; j'aurai cependant l'occasion d'en signaler quelques-uns dans une communication ultérieure. Les Tableaux à courbes ci-dessous donnent les températures de cristallisation de mélanges dont la composition est définie par le rapport au nombre total de molécules du mélange, du nombre de molécules de celui des sels qui est inscrit à la droite du Tableau.

$KO.CO^2 + NaO.CO^2$.

0	0,20	0,38	0,55	0,65	0,79	1
860	770	715	690	700	740	820

$NaO.SO^3 + KO.SO^3$.

0	0,11	0,14	0,20	0,33	0,50	0,75	1
860	830	825	815	830	855	940	1045

([1]) Je rappelle que je définis l'échelle des températures au moyen des points de fusion des métaux déterminés par M. Violle, c'est-à-dire que je prends les points de fusion de l'or à 1045°. En Allemagne on prend pour la même graduation le point de fusion de l'or à 1070°, soit 25° plus haut, différence dont il faut tenir compte dans les comparaisons des résultats expérimentaux.

$KO.CrO^3 + KO.SO^3$.

0	0,15	0,33	0,50	0,66	1
940	950	960	985	1000	1045

$NaO.SO^3 + NaO.CO^2$.

0	0,33	0,50	0,67	0,78	1
860	810	800	790	795	820

$KO.CO^2 + KO.SO^3$.

0	0,33	0,40	0,50	0,67	0,75	1
860	880	900	920	960	980	1045

$NaCl + KCl$.

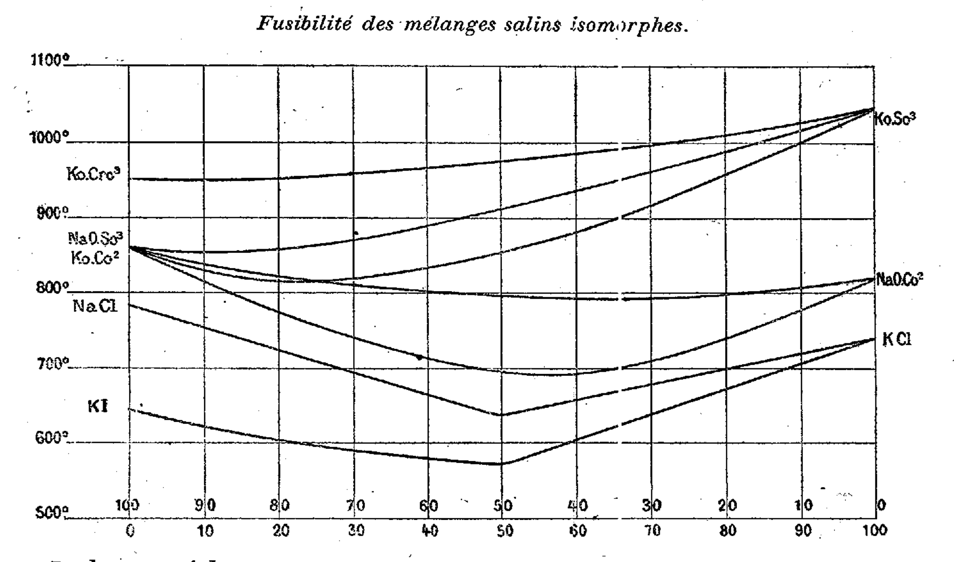
0	0,42	0,45	0,50	0,74	1
780	660	650	640	690	740

$KCl + KI$.

0	0,17	0,33	0,50	0,67	0,80	1
640	610	590	580	630	680	740

» Les données numériques sont résumées dans les courbes ci-dessous.

Fusibilité des mélanges salins isomorphes.



» Je donnerai dans une prochaine Communication des résultats analogues obtenus avec des mélanges ternaires et quaternaires et j'indiquerai les conséquences qui découlent de l'ensemble de ces expériences. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'assimilation de l'azote gazeux de l'atmosphère par les microbes.* Note de M. S. **Winogradsky**, présentée par M. Duclaux.

« Dans ma Note du 12 juin 1893, j'ai fait voir qu'il est facile de trouver dans le sol des microbes fixateurs d'azote, en cultivant les microbes de la terre dans un liquide nutritif rigoureusement privé d'azote combiné.

» Par des procédés simples d'épuration, je suis arrivé à avoir dans mes cultures un mélange de trois bacilles seulement, qui m'a servi à plusieurs expériences. De ces trois espèces évidemment adaptées à la vie dans un milieu très pauvre en azote, une seule paraissait douée de la fonction d'assimiler l'azote gazeux.

» Avant de parler des cultures pures de ce microbe, que j'ai fini par obtenir, je me permettrai de rapporter encore quelques expériences de cultures impures, souvent instructives à plusieurs points de vue.

» Toutes ces cultures, à l'exception de quatre (1re série, nos 3-6), ont été faites dans des matras coniques à fond plat, l'épaisseur du liquide n'excédant pas 8mm à 9mm. La composition du liquide était toujours la même, sauf qu'on variait les quantités de dextrose ou qu'on ajoutait de l'azote combiné sous forme de sulfate d'ammoniaque. Il y avait toujours du carbonate de chaux en léger excès. Pour faire l'analyse, on attendait toujours la décomposition complète de la glucose.

Première série.

		1.	2.	3.	4.	5.	6.
Dextrose en grammes......		2,0	4,0	2,0	2,0	10,0	20,0
Azote en milligr.	initial.	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	2,1
	final...	5,9	9,7	3,9	4,9	17,8	26,5
	gain...	5,9	9,7	3,9	4,9	15,7	24,4

Deuxième série.

		1.	2.	3.	4.
Dextrose en grammes......		1,0	2,0	3,0	4,0
Azote en milligr.	initial..	10,6	10,6	10,6	10,6
	final...	10,6	11,4	14,3	14,7
	gain...	0,0	0,8	3,7	4,1

Troisième série.

		1.	2.	3.	4	5.	6.
Dextrose en grammes......		3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Azote en milligr.	initial..	2,1	4,2	6,4	8,5	17,0	21,2
	final...	9,1	9,2	11,9	12,1	17,3	19,0
	gain...	7,0	5,0	5,5	3,6	0,3	—2,2

» En examinant les nombres de la première série, on voit que, dans un milieu dépourvu d'azote ou n'en contenant que des traces, le gain d'azote est sensiblement proportionnel à la quantité de glucose décomposée. Cependant le rapport de ces quantités ne reste le même que dans des conditions de culture tout à fait semblables. Ainsi, cette série se compose de trois lots, contenant chacun deux cultures parallèles : dans le premier lot (nos 1 et 2), le gain d'azote est de 2,5 à 3,0 pour 1000 de glucose, nombre parfaitement concordant avec plusieurs autres expériences du même genre; dans le second lot (nos 3 et 4), différant du premier par la moindre aération du liquide, ce gain n'atteint que 2,0 à 2,5 pour 1000 de glucose; enfin dans le troisième lot (nos 5 et 6), qui différait des autres sous plusieurs rapports, le gain d'azote tombe jusqu'à 1,5 pour 1000 de glucose.

» Les chiffres des séries 2 et 3 montrent l'effet de la présence de l'azote combiné dans le milieu : le gain d'azote devient alors moins régulier et ses conditions plus compliquées. D'un côté (série 2), pour une dose donnée d'azote ammoniacal, il faut élever la dose de sucre jusqu'à un certain degré pour avoir un gain d'azote; d'un autre coté (série 3), en présence d'une dose relativement élevée de sucre, ce gain est ramené à zéro, quand la dose d'azote ammoniacal atteint une certaine importance. Bref, le gain d'azote dépend alors du rapport de la quantité de l'azote combiné à la quantité de glucose. Ce rapport, comme le montrent les deux séries de chiffres assez concordants, doit rester au-dessous de $\frac{6}{1000}$ pour qu'un gain d'azote soit réalisable.

» Pour isoler le bacille qu'on croyait être l'agent de la fixation de l'azote gazeux, on a eu recours, après plusieurs insuccès, à des procédés de culture anaérobie. Ce mode d'expérimentation, qui paraissait en contradiction flagrante avec le fait de la croissance du bacille dans un liquide bien aéré pendant dix mois, a été suggéré par les deux considérations suivantes : 1° que le bacille est un ferment butyrique assez typique, et 2° que, dans les conditions de culture impure, l'association à des microbes aérobies pouvait le préserver de l'oxygène de l'air. En effet, l'emploi de la méthode de M. E. Roux, culture dans le vide en tubes scellés à la lampe, avec des tranches de carotte comme milieu solide, a permis d'atteindre facilement le but proposé.

» Ensemencé maintenant à l'état de pureté dans le même liquide sucré, exposé à l'air en couche mince, le bacille a refusé de croître. Toutes les cultures restaient stériles indéfiniment; mais, si l'on y introduisait les deux

autres bacilles ou même quelque mucédinée vulgaire, la fermentation et le développement du bacille spécifique commençaient bientôt.

C'est là une condition que ce bacille, très répandu dans le sol, y trouve partout réalisée, et il me semble que ce fait jette un jour nouveau sur les causes du pullulement des anaérobies vrais dans un milieu si bien aéré que la terre.

» Le caractère anaérobie du bacille est encore démontré parce qu'il fait fermenter la glucose à l'abri de l'air, à condition d'ajouter un peu d'azote ammoniacal.

» Dès lors, pour provoquer la fixation de l'azote gazeux par ce microbe, à l'état de pureté, on a dû s'arrêter aux conditions de culture suivantes : liquide sucré exempt d'azote combiné, en couche peu profonde et en contact avec une atmosphère d'azote pur. La croissance et la fermentation dans ces conditions sont des plus énergiques.

» Je ne citerai ici que deux expériences de ce genre, avec des doses plus fortes de glucose.

		1.	2.
Dextrose en grammes		20,0	20,0
Azote en milligrammes	initial	0,0	0,0
	gain	28,0	24,7

» Aux propriétés de ce bacille, j'ajouterai qu'il ne pousse pas dans le bouillon, ni dans la gélatine.

» Quant aux produits de la fermentation de la glucose, les principaux sont : l'acide butyrique, acétique, l'acide carbonique et l'hydrogène.

» Je ferai remarquer surtout que les gaz de fermentation sont très riches en hydrogène : ils en contiennent quelquefois jusqu'à 70 pour 100.

» En terminant, je ne puis m'empêcher de souligner les quelques indications sur le caractère chimique du phénomène de la fixation de l'azote gazeux, qui se dégagent de l'ensemble des faits observés. Pour les résumer en peu de mots, je dirai que, dans notre cas, le phénomène apparaît comme l'effet de la rencontre de l'azote gazeux et de l'hydrogène naissant au sein du protoplasma vivant, et il est permis de supposer que la synthèse de l'ammoniaque pourrait en être le résultat immédiat. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la propriété antitoxique du sang des animaux vaccinés contre le venin de vipère.* Note de MM. **C. Phisalix** et **G. Bertrand**, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans une précédente Communication (¹), nous montrons que le venin de vipère convenablement chauffé est doué de propriétés vaccinantes. Ces propriétés ne se manifestent pas, chez l'animal vacciné, aussitôt après l'inoculation ; il faut un certain temps pour atteindre ce résultat. Sur une série de cobayes auxquels on a injecté la même dose d'*échidno-vaccin*, on fait l'inoculation d'épreuve après vingt-quatre, trente-six et quarante-huit heures. Or, tandis que le premier cobaye meurt aussi rapidement qu'un cobaye témoin, le deuxième résiste deux jours et le troisième survit. L'immunisation n'est donc pas produite directement par la matière vaccinante, elle résulte d'une réaction de l'organisme. Ce mécanisme rappelle l'action de la toxine tétanique que MM. Courmont et Doyon (²) ont rapprochée de celle des ferments.

» L'*échidno-vaccin* provoque la formation dans le sang d'une substance antitoxique. Nous le démontrons de la manière suivante : des cobayes vaccinés sont sacrifiés quarante-huit heures après l'injection. Le sang défibriné ou le sérum mélangé avec du venin est inoculé à des cobayes neufs dans la cavité péritonéale. Dans ces conditions, ces cobayes résistent parfaitement. Voici, du reste, une de nos expériences :

» Le 21 janvier, à 4^h, on inocule deux cobayes de 590^{gr} et de 580^{gr} avec du venin chauffé à 75° pendant cinq minutes. Ils ont reçu chacun, sous la peau des cuisses, une dose de ce vaccin correspondant à $0^{mgr},5$ de venin sec. Ces animaux ont présenté de faibles symptômes d'échidnisme : mouvements nauséeux, léger abaissement passager de la température, un peu d'œdème à la partie inférieure de l'abdomen. Le 23 janvier, l'œdème a complètement disparu. Le 24, on sacrifie ces deux cobayes par la saignée et le sang défibriné est mélangé à la dose de 15^{cc} avec $0^{mgr},3$ de venin (supposé sec). Ce mélange est injecté à $11^h 12^m$ dans la cavité péritonéale d'un cobaye femelle du poids de 475^{gr}.

(¹) *Comptes rendus*, 5 février 1894.
(²) *Bull. Soc. Biologie*, mars 1893.

Température.		
Avant l'injection......	$10^{h}.52^{m}$	39°,7
Après l'injection......	11.30	39,1
»	11.45	39,2
»	12.00	39,3
»	1.00	39,8
»	2.20	40,0
»	3.40	40,0
»	4.35	40,2
»	5.35	40,6
»	6.45	40,5

Observations.

Pas de mouvements nauséeux.

A 1^{h}, on constate un peu d'œdème sous la peau au point d'inoculation. L'animal reste très vif jusqu'au soir. Le 25 janvier au matin l'œdème a complètement disparu. La température reste élevée : à $10^{h} = 40,8$. Le poids a diminué $= 450^{gr}$; mais, les jours suivants, la température est redevenue normale et le poids reste stationnaire à 450.

» Le 10 février, ce cobaye est très bien portant.

» Dans d'autres expériences, nous avons modifié les conditions en augmentant la dose *d'échidno-vaccin* (1) dans le but d'accroître le pouvoir antitoxique. On peut alors dépasser notablement la dose mortelle de venin et inoculer sans danger $0^{mgr},5$ de celui-ci mélangé à 12^{cc} de sérum antitoxique; nous sommes persuadés qu'on pourrait aller beaucoup plus loin, mais, notre réserve de venin s'épuisant, nous renvoyons à plus tard ces expériences secondaires. Inversement, on peut diminuer la quantité de sérum antitoxique dans le mélange, sans modifier les résultats. C'est ainsi que nous avons pu inoculer à un cobaye, du poids de 380^{gr}, $0^{mgr},3$ de venin dilué dans 3^{cc} de sérum antitoxique sans occasionner d'autre trouble qu'un abaissement passager de la température : 1°,7 (2). Au-dessous de 3^{cc}, l'action antitoxique du sang diminue progressivement. Nous ferons remarquer ici que le sérum d'un cobaye vacciné permet de neutraliser chez des cobayes neufs les effets d'une quantité de venin beaucoup plus grande qu'il ne pourrait le faire chez cet animal lui-même; il semble que la réaction vaccinale diminue la résistance de l'organisme. Notons également que les cobayes immunisés avec du sérum antitoxique conservent assez longtemps leur immunité.

» Comme on peut le prévoir, d'après ces expériences, la puissance antitoxique du sang est susceptible d'être augmentée dans des proportions

(1) $0^{mgr},6$ de venin chauffé cinq minutes à 80°. Le vaccin ainsi préparé ne détermine plus d'accident, et l'on peut quelques jours après une première injection en faire une seconde, sans crainte, avec des doses considérables de vaccin.

(2) Nous avons vérifié que le sang d'un cobaye non vacciné mélangé avec du venin n'en modifiait pas l'action physiologique.

considérables. On sait, du reste, qu'il en est de même pour les animaux immunisés contre le tétanos. Ce pouvoir antitoxique varie aussi suivant le mode d'immunisation. C'est ainsi que du sang de cobayes immunisés par accoutumance possède cette propriété, mais à un degré beaucoup plus faible que celui des animaux immunisés par notre vaccination. En employant cette dernière méthode, qui n'offre aucun danger et qui permet d'inoculer des doses croissantes d'échidno-vaccin, nous espérons obtenir des modifications du sang suffisamment intenses pour qu'il puisse être utilisé comme agent thérapeutique. Quelques résultats favorables nous encouragent dans cette voie, mais nous attendrons, avant de donner des conclusions définitives, d'avoir réuni un plus grand nombre d'expériences ([1]). »

ANATOMIE ANIMALE. — *Recherches sur l'anatomie et le développement de l'armure génitale femelle des Insectes lépidoptères* ([2]). Note de M. **A. Peytoureau**, présentée par M. A. Milne-Edvards.

« L'armure génitale femelle des Insectes lépidoptères a été, dans ces dernières années, l'objet de monographies qui, bien que très complètes, ne paraissent cependant avoir jeté que peu de jour sur la valeur morphologique des pièces solides. Les auteurs qui se sont occupés de cette étude ont négligé d'observer les transformations des derniers segments abdominaux pendant la vie nymphale : de là résultent les obscurités et les contradictions que l'on constate dans ces Mémoires.

» Les divers types adultes que j'ai étudiés sont tous, à part de très légères modifications spécifiques, constitués d'après une unité de plan qui résulte de l'homogénéité même de l'ordre tout entier.

» Si l'on examine notamment le *Bombyx mori*, on trouve sept segments abdominaux normaux très pilifères plus ou moins allongés, visibles à l'extérieur; l'armure génitale dépasse le dernier. Le premier urosternite manque; latéralement les urotergites et les urosternites sont reliés par une membrane assez lâche qui porte les stigmates.

([1]) Travail des laboratoires de Pathologie et de Chimie du Muséum d'Histoire naturelle.

([2]) Ce travail a été fait à la Faculté des Sciences de Bordeaux, dans le laboratoire de M. Kunstler, professeur-adjoint de Zoologie.

» Le huitième urite présente une structure particulière; le tergite est étroit, invaginé dans le septième, et offre, exceptionnellement, du reste, pour les Lépidoptères, à sa partie médiane, une zone non chitinisée; le sternite brun et dur s'articule directement avec lui. Chez d'autres espèces, le mode d'union peut varier de l'articulation la plus lâche à la soudure complète. Ce huitième sternite forme, au-dessus de l'ouverture de la poche copulatrice située dans la membrane d'union du septième au huitième sternite, une sorte de bourrelet ou cul-de-sac postérieur plus ou moins régulièrement denté; son bord supérieur se termine en une vaste membrane plissée qui l'unit à l'urite suivant.

» De chaque côté, au niveau de l'articulation tergo-sternale, se détache une longue apophyse interne filiforme, la *baguette externe*, dont le mode d'articulation varie avec l'espèce et dont l'extrémité donne insertion à des masses musculaires importantes.

» Chez certains Microlépidoptères, ce huitième urite possède la structure normale des segments antérieurs ou s'allonge considérablement et forme une sorte de *gaine* pouvant faire saillie à la partie postérieure de l'abdomen. Chez le *Minoa euphorbiata*, chaque baguette de cet urite, au lieu d'être simple comme chez les autres formes, est constituée par la réunion de deux branches qui prennent origine aux coins antérieurs du tergite et du sternite.

» Les pièces dures qui suivent (*ovipositeur*) et servent de fermeture postérieure à l'abdomen, sont généralement considérées par les auteurs comme un neuvième urotergite divisé en deux valves latérales plus ou moins soudées, couvertes de poils sensitifs et émettant à leur bord antéro-supérieur une paire de longues apophyses filiformes internes, les *baguettes internes*, destinées à l'insertion de muscles; entre ces valves s'ouvrent par un seul orifice ou deux, les avis sont partagés, le tube digestif et l'oviducte.

» Il résulte de mes recherches sur les stades de la vie nymphale du *Bombyx mori*, que l'abdomen des Lépidoptères femelles est réellement composé de dix urites. Le huitième urotergite se montre, dans les stades jeunes non encore chitinisés, sous la forme d'un bourrelet, tout comme les segments antérieurs, mais celui-ci est légèrement déprimé à sa partie médiane; quant au sternite, il a déjà acquis son aspect définitif. Faisant suite à ce premier bourrelet, on en observe un autre qui décrit un cercle complet; on peut voir à la dissection que c'est du bord antéro-supérieur de ce dernier que se détache de chaque côté une apophyse interne, ébauche de la baguette interne. A sa région inférieure, cet urite se pro-

longe en une expansion triangulaire et postérieure, membraneuse chez le *Bombyx mori*, chitinisée chez d'autres types (*Satyrus janira*), et qui paraît avoir été jusqu'ici méconnue. Cette expansion présente un pli profond longitudinal médian et prend fin sous la paroi inférieure de l'orifice de l'oviducte; ses bords latéraux se soudent avec les bords inférieurs d'une calotte hémisphérique supérieure, le dixième urotergite, percée d'une fente pour les ouvertures toujours nettement distinctes du tube digestif et de l'oviducte, entre lesquelles on ne peut rencontrer le moindre rudiment d'un dixième urosternite.

» Des observations faites à un stade plus avancé, au moment où la chitinisation des téguments commence à se produire, confirment les vues précédentes en ce sens que, dorsalement, il existe entre le neuvième urotergite, plus distinct que précédemment, et le dixième une bande simplement membraneuse; de plus, ici, la baguette interne se détache du point même de la soudure tergo-sternale. Plus tard toute distinction s'efface le plus souvent entre les neuvième et dixième urotergites, qui paraissent alors constituer, comme chez l'adulte, une lame chitinisée unique.

» Ainsi l'abdomen des Lépidoptères femelles est formé de dix urites; le huitième est généralement modifié, mais toujours reconnaissable chez l'adulte; le neuvième est atrophié et soudé au dixième; ce dernier est constitué par un tergite seulement. L'anus et l'oviducte débouchent par deux orifices distincts entre les valves latérales du dixième urotergite, au-dessus du neuvième urosternite. Le canal de la poche copulatrice, chitinisé chez plusieurs espèces (*Acherontia atropos*), s'ouvre entre le septième et le huitième sternite. L'anus et l'orifice copulateur occupent donc la même situation que chez les Orthoptères coureurs; il n'en est pas de même de l'orifice de l'oviducte dont la position se trouve sensiblement modifiée. »

ZOOLOGIE. — *Observations sur l'hypermétamorphose ou hypnodie chez les Cantharidiens. — La phase dite de pseudo-chrysalide, considérée comme phénomène d'enkystement.* Note de M. **J. Künckel d'Herculais**, présentée par M. Edm. Perrier.

« Les recherches que j'ai poursuivies, de 1888 à 1890 [1], sur le développement des Insectes vésicants, hôtes à l'état de larves des coques

---

[1] Au cours de la mission dont j'étais chargé en Algérie par M. le Ministre de l'Instruction publique, sur la demande de M. le Gouverneur général.

ovigères des Acridiens, m'ont conduit à découvrir le genre de vie inconnu et les métamorphoses ignorées des Mylabres ([1]); ces recherches, continuées jusqu'en 1893, m'ont permis de faire des observations nouvelles qui me mettent à même de donner une interprétation mieux définie du phénomène que, depuis les découvertes de J.-H. Fabre, on désigne avec lui sous le nom d'*hypermétamorphose*.

» Tous les naturalistes qui se sont attachés à suivre les transformations des Cantharidiens, J.-H. Fabre (1857), Valéry Mayet (1875), Riley (1878-1880), Beauregard (1884-1890), ont constaté que l'évolution normale des Coléoptères vésicants s'accomplit ordinairement dans un espace de onze à douze mois, les adultes éclosant, en général, l'année qui suit la ponte; ils ont reconnu cependant que le cycle évolutif avait parfois une durée plus longue et que le développement ne s'achevait qu'au bout de vingt-quatre mois, les adultes n'arrivant à terme que la troisième année après la ponte. Riley cite un cas de retard plus prolongé chez l'*Epicauta vittata*, l'apparition des adultes n'ayant lieu que la quatrième année. Mes recherches sur le développement des Mylabres m'ont fourni l'occasion d'observer un fait singulier : des *Mylabris Schreibersi*, provenant de pontes du mois d'août 1889, n'ont terminé leur évolution qu'en 1893, c'est-à-dire la cinquième année après le dépôt des œufs.

» Le temps que passent les Cantharidiens sous chacune de leurs formes évolutives est très variable. Les phases d'accroissement (première et deuxième larves) s'accomplissent dans l'espace de deux à dix mois; tantôt ces insectes restent un mois à l'état de pseudo-chrysalide; tantôt, hivernant sous cette forme, ils demeurent souvent onze mois à l'état de vie latente; quelquefois, ils passent à cet état deux étés et deux hivers (Riley) et même trois étés et trois hivers, comme nous l'avons observé. En effet, parmi les pseudo-chrysalides de *Mylabris Schreibersi* que j'avais obtenues en 1890, quelques-unes se développèrent immédiatement, d'autres continuèrent à sommeiller; mais, au lieu d'hiverner (1890-1891) et de donner naissance à la troisième larve au printemps de 1891, comme je le supposais, elles traversèrent l'été de 1891 et l'hiver de 1891-1892; je m'attendais cette fois à l'apparition de la troisième larve : l'engourdissement se prolongea pendant l'été de 1892 et l'hiver 1892-1893; ce n'est qu'au mois de mars 1893 que les téguments se déchirèrent pour laisser voir cette troisième larve. De toute façon, les phases suivantes sont rapides ; deux mois, un mois, quelques jours seule-

([1]) *Comptes rendus*, 10 novembre 1890.

ment, après l'apparition de la troisième larve, la transformation en nymphe a lieu, et deux ou trois semaines après les adultes éclosent.

» De ces faits il ressort, donnée importante, que c'est sous la forme de pseudo-chrysalide que les insectes vésicants à évolution retardée traversent, dans un sommeil léthargique, plusieurs étés et plusieurs hivers, résistant à toutes les causes de déperdition : dessiccation, dénutrition, etc. Un rapprochement vient immédiatement à l'esprit : l'enveloppe chitineuse de la pseudo-chrysalide joue identiquement le même rôle que la paroi chitineuse des kystes dans lesquels s'abritent une foule d'êtres pour s'isoler des milieux extérieurs. En réalité, les Cantharidiens s'enkystent, comme le font nombre de Protozoaires, les Grégarines par exemple, beaucoup d'Infusoires flagellés ou ciliés, des Vers trématodes ou nématodes, etc. ; on pourrait multiplier les exemples. Dans l'être enkysté, comme dans la larve cachée sous le tégument de la pseudo-chrysalide, le développement s'arrête, la vie demeure latente, jusqu'à ce que les milieux extérieurs redeviennent favorables; la prétendue hypermétamorphose est donc un phénomène absolument comparable à un phénomène d'enkystement. Mes observations sur l'évolution retardée des Mylabres sous la forme pseudo-chrysalide justifient absolument l'interprétation que M. Edmond Perrier donne de l'hypermétamorphose (1) ; mais je pense qu'on peut en tirer des déductions plus complètes.

» Du rapprochement que nous avons fait découle la nécessité de modifier les termes eux-mêmes.

» L'expression de *pseudo-chrysalide* est impropre pour deux raisons. D'une part, l'enveloppe tégumentaire cache non pas une nymphe, une chrysalide, mais une larve, et ne s'ouvrira que pour laisser voir une larve identiquement semblable; dans le cas des *Epicauta* et des *Mylabris*, par exemple, c'est la larve *scarabœidoïdes* qui s'enkyste, et c'est cette même larve, également à forme *scarabœidoïdes* qui réapparaît lors de la rupture du kyste. D'autre part, le changement en nymphe, en chrysalide, est toujours accompagné de phénomènes d'histolyse et d'histogenèse : l'enkyste-

(1) « De l'ordre même dans lequel s'enchaînent les faits désignés sous le nom d'*hypermétamorphose*, il résulte qu'on ne saurait les envisager, ni comme une sorte de double métamorphose, ni comme une division de la métamorphose en deux étapes. La période de pupe est simplement comparable aux périodes d'enkystement que présentent tant d'animaux surpris par des conditions défavorables à leur existence. » Ed. Perrier, *Traité de Zoologie*, fasc. III, 1893; p. 1223.

ment des larves de Vésicants n'est jamais accompagné de transformations des systèmes organiques. On a comparé la pseudo-chrysalide à la pupe de certains insectes Diptères (Muscides, Syrphides, etc.); la comparaison, juste en apparence, est erronée au fond, puisque la pupe dissimule une nymphe et non pas une larve. Si, par exception, chez les *Stenoria*, les *Sitaris*, la troisième larve se transforme en nymphe tout en restant abritée sous la peau de la deuxième larve et sous celle de la pseudo-chrysalide, par suite de la superposition des enveloppes tégumentaires muées successivement, la pseudo-chrysalide n'en recèle pas moins, pendant une longue période, cette troisième larve à l'état de vie latente. Le terme de *pseudo-larve* employé par Newport en 1845 ne répond pas mieux à la réalité des faits, et nous conseillerons, pour faciliter le langage, d'adopter le nom d'*hypnothèque* (ὕπνος, sommeil; θήκη, loge, étui) aux lieu et place de ceux de pseudo-chrysalide et de pseudo-larve.

» S'il n'y a pas de transformations de tissus pendant la période d'enkystement des Cantharidiens, il n'y a pas de métamorphose; l'expression d'hypermétamorphose est donc morphologiquement et physiologiquement impropre; je proposerai de lui substituer le terme d'*hypnodie* (ὑπνωδία, somnolence, assoupissement), qui me paraît exprimer d'une façon plus exacte l'arrêt de développement qui se manifeste dans l'évolution des insectes Vésicants. Ce néologisme a pour lui l'avantage de pouvoir s'appliquer à tous les phénomènes analogues d'arrêt de développement avec enkystement qui ne sont pas acccompagnés d'histolyse et d'histogenèse. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Glandes salivaires des Hyménoptères de la famille des* Crabronidæ. Note de M. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les glandes salivaires des Crabronidæ n'ont encore été l'objet d'aucune étude. Dufour, il y a plus de soixante ans, a écrit, au sujet de ces organes, la phrase suivante que nous rapportons textuellement : « Je n'ai point » constaté l'existence de glandes dans les Hyménoptères de la famille des » *Crabronites;* je ne les en crois pas dépourvus, c'est une lacune à rem» plir. »

» Nous avons étudié plusieurs individus de cette famille : *Astata boops*, *A. affinis*, etc., et nous avons rencontré, soit dans la tête, soit dans le thorax, l'existence de *cinq paires de glandes salivaires* qui sont : 1° les *glandes salivaires thoraciques;* 2° les *glandes supracérébrales;* 3° les *glandes mandibulaires;* 4° les *glandes sublinguales;* 5° les *glandes linguales*.

» 1° Les GLANDES SALIVAIRES THORACIQUES, relativement peu volumineuses, sont situées à la partie postérieure du prothorax et dans la région médio-antérieure du mésothorax. Elles ne forment que deux grappes symétriques par rapport à l'œsophage, très ramifiées et localisées en avant des gros faisceaux musculaires verticaux, moteurs des appendices. On peut distinguer dans chaque groupe trois rameaux ou groupes glandulaires principaux. Le premier est situé dans la partie médiane et antérieure du mésothorax et entoure complètement l'œsophage sur une longueur de $0^{mm},5$ à 1^{mm}; le second occupe le milieu de l'espace intersegmentaire compris entre l'œsophage et les parois latérales du thorax; enfin le troisième est placé dans l'angle latéro-postérieur du premier segment thoracique. Chez *Astata affinis*, *A. abdominalis*, etc., on n'observe qu'une grappe unique, compacte, étendue transversalement dans l'espace intersegmentaire situé en avant du mésothorax. Les *utricules glandulaires* sont courts et arrondis à leur extrémité postérieure. L'*épithélium sécréteur* est constitué par de petites cellules qui déversent leur produit dans un canal central sinueux. Ce dernier est la continuation du *lumen* des canalicules excréteurs, mais il en diffère par l'absence d'anneaux chitineux qui existent chez ce dernier. Les *conduits efférents* de la glande partent des extrémités latérales et forment un angle aigu dont l'œsophage représente la bissectrice. Arrivés dans la tête, ils se fusionnent, sous le cerveau, en un conduit unique qui s'ouvre dans l'appareil digestif, en arrière du pharynx.

» 2° LES GLANDES SUPRACÉRÉBRALES sont assez développées relativement au corps de ces insectes. Chez *Astata boops*, elles s'étendent à la surface supérieure du cerveau jusqu'au bord postérieur des lobes optiques. En avant, elles s'avancent jusqu'au milieu du nerf optique et s'appliquent latéralement contre la face interne des yeux. Elles présentent partout une épaisseur à peu près constante, excepté sur le bord interne qui est très aminci. Chez *Astata affinis*, les glandes supracérébrales recouvrent complètement la face supérieure du cerveau et remplissent les dépressions laissées entre les lobes et les nerfs optiques et antennaires.

» Elles constituent une lame qu'on peut facilement détacher et remplissent, en partie, l'espace compris entre l'œil et le pharynx. Leurs *acini*, de forme ovoïde ou sphérique, sont plongés dans du tissu adipeux. De chacun d'eux part un canalicule excréteur court et grêle, qui s'ouvre dans le conduit efférent de la glande.

» Ce conduit, après avoir décrit une courbe, va s'ouvrir dans la partie latérale et moyenne du pharynx.

» 3° LES GLANDES MANDIBULAIRES, comme dans toutes les espèces que nous avons étudiées jusqu'ici, sont en rapport avec le développement des mandibules. Elles en occupent la base et sont entourées de toutes parts, sauf sur la face supérieure, par de nombreux faisceaux musculaires se rattachant aux appendices antérieurs de la tête. Ces glandes sont piriformes chez *Astata boops*, et trapézoïdales chez *Astata affinis* et *A. abdominalis*.

» En arrière, elles sont en contact avec la glande supracérébrale et confinent au bord antérieur de l'œil.

» Leurs *acini*, qui sont ovoïdes, vont s'ouvrir dans un réservoir central, duquel part un large canal qui s'ouvre à la base de la mandibule, en avant de l'orifice buccal.

» 4° Les GLANDES SUBLINGUALES sont, de toutes les glandes salivaires, celles dont la

présence est le plus constante, et dont la configuration présente la plus grande uniformité. Elles sont situées dans une faible dépression en forme de selle, creusée audessous du pharynx, un peu en arrière de l'orifice buccal, et qui est limitée en avant par la face postérieure d'un petit enfoncement prébuccal, peu prononcé ici, mais très caractéristique chez certains Hyménoptères. Les glandes ne sont pas disposées en grappes comme celles du thorax, mais uniquement formées par un amas compact et irrégulier d'*acini* monocellulaires, absolument libres et indépendants les uns des autres, et enveloppées par une mince membrane transparente leur donnant un aspect granuleux. Les *acini* renferment un protoplasme clair, hyalin, granuleux et un noyau central ovoïde. Leurs canalicules excréteurs, longs, grêles et à trajet flexueux, se réunissent en deux touffes de chaque côté de la plaque chitineuse sous-pharyngienne et vont s'ouvrir isolément en arrière de la dépression prébuccale.

» 5° Les GLANDES LINGUALES sont également constantes chez la plupart des Hyménoptères et présentent chez les *Crabronidæ* un développement relativement considérable et une configuration à peu près uniforme. Elles sont situées à l'extrémité antérieure de la pièce mentonnière et un peu en arrière d'une lamelle chitineuse transverse qui unit les bases des deux paraglosses.

» Elles affectent une forme triangulaire ou celle d'un cœur à échancrure postérieure. De chaque côté, elles sont limitées par des faisceaux musculaires et, un peu au delà, par les bords internes des mâchoires antérieures. Leurs lobules glandulaires sont monocellulaires, sphériques et munis de canalicules qui se fusionnent et forment deux conduits. Ces derniers, après s'être réunis, constituent un canal efférent unique qui débouche sur la ligne médiane du menton, un peu en arrière de la languette.

» Cette *glande linguale,* d'aspect simple, mais paire en réalité, correspond aux glandes de la languette, des paraglosses et des mâchoires antérieures que nous avons constatées chez un grand nombre d'Hyménoptères. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur quelques parasites des Lépidodendrons du Culm.* Note de M. **B. Renault**, présentée par M. Edm. Perrier.

« Nous avons fait connaître autrefois ([1]) l'organisation du *Lepidodendron rhodumnense* recueilli à Combres (Loire), dans les bancs quartzeux du terrain anthracifère, et qui constituait un nouveau *type* de *Lepidodendron.* Depuis lors, nous avons découvert, dans les magmas silicifiés d'Esnost, près Autun, qui appartiennent au même horizon, des fragments de *Lepidodendron* rentrant dans le même type. La tige, les feuilles, les fructifications et les racines conservées par la silice ont pu être étudiées à peu près dans tous leurs détails ; nous avons désigné cette espèce sous le nom de *L. esnostense.*

([1]) *Comptes rendus,* 10 juin 1878.

» Dans cette Note, nous désirons seulement appeler l'attention sur la présence, dans les radicelles de ces deux espèces trouvées à une grande distance l'une de l'autre, de corps ovoïdes que l'on doit considérer comme des œufs d'Arthropodes; l'âge très ancien des gisements où ces œufs se rencontrent donne quelque intérêt à leur description.

» On admet généralement que les Lepidodendrons ont eu des racines stigmariformes analogues à celles des Sigillaires, mais on sait peu de choses sur leur structure interne. Voici, en quelques lignes, l'organisation des radicelles en forme de baguettes cylindriques, quelquefois *bifurquées*, qui rayonnent autour du corps principal de la racine :

» Dans l'axe se trouve un faisceau vasculaire bi-centre, à section transversale elliptique, des radicelles très grêles partent latéralement des deux pôles.

» Dans les branches d'une bifurcation, le faisceau vasculaire est seulement monocentre par division du faisceau principal en deux parties égales.

» Le cylindre vasculaire de la racine est entouré de parenchyme libérien dont les cellules, plus hautes que larges, sont à très minces parois ; la couche est assez épaisse, mais le plus souvent cette assise libérienne peu résistante est écrasée contre le cylindre central; plus extérieurement se trouve l'écorce, uniquement composée de grosses cellules, également à parois minces, mais présentant un peu plus de solidité que l'assise libérienne, par conséquent moins souvent aplatie que cette dernière.

» Le tissu parenchymateux de l'écorce se continue jusqu'à la périphérie; il est limité par une rangée de cellules un peu plus petites, qui sert d'épiderme; il n'y a aucun tissu qui rappelle soit du liège, soit de l'hypoderme. On conçoit que ces radicelles plus simples d'organisation que celles des Sigillaires, placées hors de l'eau, devaient s'écraser à la moindre pression, et apparaître sur les empreintes sous la forme de simples rubans.

» C'est entre l'assise libérienne et la couche parenchymateuse, quelquefois dans le tissu de cette dernière, que sont logés les œufs en question.

» Ils sont extrêmement nombreux; si l'on fait des coupes successives dans une même radicelle, toutes en renferment, on peut en compter de huit à vingt-quatre dans une même préparation; dès lors, sur une longueur de plusieurs centimètres, le nombre doit en être fort grand.

» Ils présentent la forme d'un ellipsoïde de révolution dont le grand axe mesure $0^{mm},16$ et le petit axe $0^{mm},10$ en moyenne; à Combres et à Esnost, tous ont à peu près les mêmes dimensions.

» L'une des extrémités est munie d'un pédicelle droit ou recourbé, long de $0^{mm},03$, qui paraît creux. La coque est brune, épaisse, résistante, car elle n'est pas déformée, quand au contraire le tissu d'alentour est écrasé.

» La surface est réticulée, comme celle des œufs de beaucoup d'insectes

vivants. A l'intérieur du chorion on remarque une membrane continue, mince, lisse ou plissée, placée à une petite distance de la coque; cette membrane peut être considérée comme la membrane vitelline; elle est munie, du côté du pôle portant le pédoncule, d'un petit prolongement conique placé en face du micropyle.

» A l'intérieur de la membrane vitelline, on voit, dans quelques exemplaires, une autre enveloppe contenant des traces évidentes de métamérisation périphérique. Parfois l'ensemble affecte la forme d'un tégument présentant quatre plis disposés par paires, comme s'il s'agissait d'une dépouille dont le contenu aurait été dissous par la macération.

» La plupart du temps, la membrane vitelline est vide, mais quelquefois elle contient un certain nombre de petites sphères inégales, de couleur foncée, qui représentent sans doute des gouttelettes de matières grasses du vitellus.

» Ces œufs ont-ils été amenés accidentellement, ou bien ont-ils été déposés intentionnellement à la place qu'ils occupent? La première hypothèse ne peut être admise, à cause de leur place même et de leur nombre; en dehors des radicelles on ne voit aucun œuf, sauf quand elles ont été écrasées. Il ne reste que la deuxième, qui suppose un animal muni de mandibules, de tarière ou d'oviscapte, ayant pu ronger ou percer les tissus, de façon à arriver jusqu'à la couche libérienne de la racine pour y déposer ses œufs, opération relativement facile d'après la structure que nous avons indiquée plus haut. Cette dernière hypothèse se trouve confirmée par l'observation de conduits, de galeries creusées, non seulement dans le parenchyme de la racine, mais dans les tissus de plantes voisines, pétioles de Fougères, racines de *Bornia*, comme si, après l'éclosion, la larve avait été obligée de creuser un chemin pour sortir, et s'était attaquée ensuite aux fragments de végétaux voisins. L'épaisseur de la coque, la place des œufs dans l'intérieur d'un tissu, les galeries observées, nous font pencher à voir là des œufs d'Hydrachnides ou d'Insectes aquatiques. Quant à la famille à laquelle on doit les rapporter, nous devons attendre qu'une circonstance heureuse nous fournisse des renseignements plus complets. Nous les désignerons sous le nom de *Arthroon Rochei*. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur la constitution de la roche mère du platine*; Note de M. STANISLAS MEUNIER.

« A propos de la Note récente de M. Inostranzeff sur la forme du platine dans sa roche mère ([1]), il me sera permis de faire remarquer combien les observations du savant russe s'accordent avec les faits que j'ai antérieurement publiés ([2]).

» Il résulte en effet de cette Note que les formes des grains de platine natif sont « irrégulières, anguleuses, avec anfractuosités et munies d'apo- » physes variées ». — « Parfois, deux grains sont unis entre eux par du pla- » tine en forme de fil » et l'auteur conclut en disant que « les formes de » ces grains de platine rappellent tout à fait celles du fer natif dans cer- » taines météorites ».

» En se reportant à ma Communication du 3 février 1890, on verra que j'y disais de mon côté : « Le platine est disposé dans les roches qui le ren- » ferment comme les minéraux métalliques dans les météorites, c'est- » à-dire en granules ramuleux dans les interstices des éléments lithoïdes. » Sans formuler à cet égard une réclamation de priorité, je suis heureux de constater un accord aussi complet entre M. Inostranzeff et moi.

» En effet, cette identité d'allure entre le platine terrestre et les grenailles météoritiques ne peut être attribuée qu'à une identité dans les conditions générales de formation. Or, en examinant de près la roche platinifère, on reconnaîtra immédiatement qu'elle n'a pas pu se produire, au moins exclusivement, par voie de fusion. Si on la soumettait à une température convenablement élevée, les silicates magnésiens qui la constituent et d'où dérivent par altération les éléments serpentineux, seraient liquéfiés avant que les grains de platine éprouvassent le moindre commencement de ramollissement. Et si l'on avait chauffé assez pour fondre ceux-ci à leur tour, le refroidissement donnerait ensuite des grenailles sphéroïdales de platine, autour desquelles les silicates viendraient se consolider, de façon que le produit artificiel aurait une structure opposée à celle de la roche naturelle.

([1]) *Comptes rendus*, séance du 29 janvier 1894.
([2]) *Id.*, séances des 3 et 24 février 1890.

» Au contraire, la constitution de celle-ci est expliquée par les expériences synthétiques que j'ai décrites ailleurs et qui permettent, par la réaction mutuelle au rouge de l'hydrogène et des vapeurs du chlorure de platine, additionnée ou non de chlorure de fer, de constituer des grains métalliques dans les fissures des masses péridotiques maintenus à une température très inférieure à celle de leur fusion.

» Aux matériaux près, c'est répéter les manipulations qui depuis longtemps m'ont donné le moyen de provoquer le dépôt, dans les interstices de masses pierreuses, de granules formés d'alliages de fer et de nickel, à composition variable à volonté. On est ainsi autorisé à croire que dans la roche platinifère se sont aussi constituées des grenailles métalliques, les unes de fer plus ou moins pur, les autres d'alliages divers, tels que celui de fer et de chrome, qui, plus tard, sous l'action des influences aqueuses où le péridot a pris la composition de la serpentine, se sont transformées en magnétite, en limonite ou en chromite.

» Ces considérations que je rappelle me semblent devoir faire écarter de plus en plus l'intervention des phénomènes de fusion, dans la genèse de la très grande majorité des roches météoritiques.

» Je rappellerai aussi que cette manière de voir s'étend à l'histoire des fers météoriques eux-mêmes : on s'accorde généralement aujourd'hui pour repousser l'idée que ces roches métalliques peuvent dériver d'un procédé de fusion ignée. C'est ainsi qu'à la suite des expériences auxquelles a donné lieu la découverte du diamant dans le fer de Cañon Diablo, M. Friedel [1] et M. Daubrée [2] ont exprimé, d'une manière formelle, l'opinion dont il s'agit. Cette conclusion intéresse directement, comme on vient de le voir, la géogénie des masses fondamentales terrestres. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un gisement d'apophyllite des environs de Collo (Algérie)* [3]. Note de M. **L. Gentil**, présentée par M. Fouqué.

« Ce gisement m'a été signalé par M. J. Curie qui l'a découvert et a bien voulu m'en confier l'étude. Il consiste dans le remplissage de druses

(1) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 225, 6 février 1893.
(2) *Ibid.*, t. CXVI, p. 346, 20 février 1893.
(3) Un Mémoire détaillé paraîtra incessamment dans le *Bulletin de la Société minéralogique de France*.

d'une roche tertiaire située à environ 4[km] au sud de Collo (Département de Constantine) au lieu dit *col de Bou Serdoun*.

» L'apophyllite est accompagnée accessoirement d'autres minéraux : laumonite, calcite, actinote, chlorite (delessite), tourmaline, quartz hyalin et biotite.

» L'*apophyllite* se présente en grands cristaux pouvant atteindre 4[cm], d'apparence laiteuse, à éclat nacré sur le clivage $p(001)$. Les cristaux limpides sont relativement rares, les faces cristallines sont peu variées. J'ai observé :

$$p(001),\quad m(110),\quad a^1(101),\quad a^3(103),\quad h^1(100),\quad h^2(310),\quad b^2(114).$$

» Les combinaisons de ces faces sont :

$$pma^1,\quad pma^3a^1,\quad pma^3a^1b^2,\quad pmh^1h^2a^3a^1b^2,\quad pa^3a^1,\quad ma^1.$$

» La combinaison la plus répandue est pma^1; les faces $a^3(103)$ et $b^2(114)$ sont assez rares; $h^1(100)$ et $h^2(310)$ très rares. Toutes ces faces sont plus ou moins striées, ondulées.

» L'apophyllite de Bou Serdoun présente, en outre du clivage $p(001)$ très facile, un clivage assez difficile $m(110)$.

» Elle présente des anomalies optiques régulières seulement chez les petits cristaux.

» Une lame de clivage $p(001)$ présente en lumière parallèle (arête pm à 45° des sections principales des nicols) des bandes biréfringentes alternant avec des bandes sombres parallèles à l'arête pm. Ces deux séries de bandes sont groupées en quatre secteurs formés par les diagonales de la base $p(001)$. En lumière convergente les bandes sombres présentent la croix noire avec un axe positif, les bandes biréfringentes montrent une dislocation de la croix avec écartement d'axes optiques atteignant 25° ($2E = 25°$); la bissectrice aiguë est toujours positive et la trace du plan des axes est tantôt perpendiculaire au côté pm du secteur.

Les indices de réfraction mesurés sur un petit prisme de 1[mm], d'arête réfringente parallèle à l'axe des quaternaires du cristal, sont

Lumière du sodium.	$ng = 1,5368$	Lumière du lithium.	$ng = 1,5343$
» .	$np = 1,5347$	» .	$np = 1,5328$
Biréfringence.	$ng - np = 0,0021$	Biréfringence.	$ng - np = 0,0015$

» L'analyse quantitative (méthode Deville) m'a donné

H^2O : 16,66; SiO^2 : 52,32; CaO : 25,30; MgO : 0,57; K^2O : 4,83; Na^2O : 0,80

Total.......... 100,48 Densité....... 2,372 à 15°

» Le minéral ne renferme pas de fluor, ainsi que j'ai pu m'en assurer par le procédé de dosage extrêmement sensible de M. Ad. Carnot.

» La *laumonite* se présente en petits cristaux ne dépassant généralement pas 1^{mm} de largeur, extrêmement friables, d'un blanc éclatant. Ils offrent la combinaison $m(110)a^1(\bar{1}01)$; leur densité est de 2,275 à 15°, ils sont facilement clivables suivant $m(110)$ et $g^1(010)$, difficilement suivant $h^1(100)$. Au microscope ils offrent tous les caractères optiques de la laumonite.

» La *calcite* se présente sous une forme commune à beaucoup de gisements zéolitiques; elle constitue des lamelles nacrées aplaties suivant $a^1(0001)$. Elle affecte en outre la forme de tablettes hexagonales aplaties suivant $a^1(0001)$ et limitées par les rhomboèdres e^1 et $e^{\frac{3}{5}}$. J'ai observé en outre un beau rhomboèdre inverse $e^{\frac{3}{5}}$ de 1^{cm}; à demi tronqué et reposant sur les lamelles a^1 avec apparence d'hémimorphisme.

» L'*actinote* se présente en aiguilles capillaires atteignant exceptionnellement $0^m,06$ d'épaisseur. Ces aiguilles sont sans terminaisons, allongées suivant la zone du prisme $m(110)$. Elles tapissent les parois des druses et se trouvent en inclusion dans les cristaux d'apophyllite.

» La *chlorite* est abondante dans les druses. Elle se montre en lamelles groupées en rosettes; ses propriétés optiques sont celles de la *delessite*.

» La *tourmaline* se présente en très petites baguettes groupées en faisceaux rayonnants, de couleur violacée et empâtée dans de la laumonite, du quartz secondaire, etc.

» Quelques petits *quartz bipyramidés* se montrent avec leurs faces ordinaires $e^2(10\bar{1}0)p(10\bar{1}1)$ et $e^{\frac{1}{2}}(01\bar{1}1)$.

» Enfin la *biotite* se rencontre en lamelles très petites mêlées à la chlorite. Ces lamelles sont hexagonales et montrent en lumière convergente deux axes optiques très rapprochés ($2E = 10°$ environ) dont la trace est parallèle à $g^1(010)$.

» De tous ces minéraux drusiques, l'apophyllite est le plus récent.

» La roche servant de gangue au gisement minéralogique de Bou Serdoun est compacte, de couleur vert foncé. Elle est généralement très altérée.

» De l'examen microscopique, il résulte que c'est une andésite à mica noir, augite et labrador

$$T\mu - \overline{F_1 M P_4 t_2 \underline{t_{1-2} t_1 P_5 F_1}}$$ (notation de M. Michel Lévy).

» Parmi les minéraux du permier temps les fedspaths présentent quelque intérêt : l'*andésine* est dominante, le *labrador* plus rare. Ces fedspaths sont souvent zonés à zones disposées dans l'ordre général de basicité (les plus acides vers la périphérie). J'ai cependant constaté quelques exceptions à cette règle. Quelquefois ces plagioclases brisés, arrondis, sont entourés d'une bordure fedspathique continue à extinction uniforme. La pâte mi-

crolithique est formée en majeure partie d'*oligoclase;* l'*andésine* s'y montre aussi en microlithes aplatis suivant g^1 (0 1 0). Tous les minéraux drusiques se rencontrent dans la roche; à citer en outre de l'épidote en grains irréguliers et en baguettes.

» De tous ces minéraux, le quartz est le plus intéressant. Il me paraît franchement secondaire et non primordial (deuxième temps). La roche est donc une *andésite quartzifiée*. Cette roche renferme en outre des enclaves de deux sortes :

» 1° Enclaves de *gneiss à cordiérite* (avec andalousite, sillimanite, spinelle pléonaste) du type des enclaves du Capucin (mont Dore) décrites par M. Lacroix dans son Mémoire sur les enclaves [1].

» 2° Enclave de *quartzites* ou grès *quartzeux*.

» Je signalerai enfin dans la roche des amas de grands cristaux de plagioclases qui doivent être distingués des enclaves. Je considérerai ces amas, avec M. Lacroix, comme des *ségrégations* de la roche; ces feldspaths sont en effet généralement plus basiques que ceux du premier temps de la roche (labrador allant jusqu'à la bytownite), ce qui semblerait indiquer une cristallisation très ancienne au sein du magma qui a donné naissance à la roche. Ces plagioclases de ségrégation sont en contact ou bien moulés par la pâte microlithique et par de l'augite (structure ophitique) [2]. »

GÉOLOGIE. — *Éruption du volcan Calbuco*. Note de M. **A.-F. Noguès**, présentée par M. Fouqué.

« Dans une précédente Note à l'Académie j'ai fait connaître l'éruption du volcan Cabulco, commencée au mois de février 1893 et non encore terminée en décembre 1893 (10 décembre). A mon retour de l'excursion au volcan je lui communiquerai les résultats de mes dernières observations. Pour le moment je me borne à l'examen des cendres et sables volcaniques qui ont été recueillis à une certaine distance de la montagne en éruption; les produits pulvérulents ont été transportés à Puerto-Montt, Valdivia, la Union, à des distances variant de 32^{km} à 150^{km}.

» Voici les phases successives de l'éruption du Calbuco dont l'intensité maximum a été en novembre.

---

(1) *Les enclaves des roches volcaniques*. Mâcon, 1894.

(2) Ce travail a été fait dans les laboratoires de M. Fouqué, au Collège de France, et de M. Lacroix, au Muséum d'Histoire naturelle.

» Au commencement de février dernier, le Dr Martin, de Puerto-Montt, observe des vapeurs blanches qui sortent à courts intervalles du cratère du Calbuco; le 27 du même mois se voient des éclairs presque continus, depuis le coucher du soleil jusqu'à minuit, autour du volcan.

» Vers la moitié de mars, dans les soirées, le cratère donnait des colonnes de fumée; la neige du sommet se fondait et celle qui restait se couvrait d'un voile terne de cendres volcaniques. Le 31, le volcan fumait encore davantage. Le 17 avril, à $3^h 30^m$ du soir, le Dr Martin observa une colonne de vapeur et de fumée qui se leva brusquement; en même temps sur le versant sud-est tomba une quantité notable de cendres volcaniques; le même jour, par le côté est du volcan, descendit un torrent d'eau trouble, boueuse, noire, qui grossit considérablement le rio Huenu-Huenu et dévasta une partie du sol et les rares habitations qu'il rencontra, arrachant les arbres et déposant sa boue noire; le grand rio Petrohue lui-même devint trouble; des cendres abondantes tombèrent à Ralun.

» 28 *avril.* — Secousses du sol et forts bruits souterrains.

» 12 *mai.* — Orages électriques dans la Cordillière.

» 4 *juin*, à 6^h du matin, tremblements de terre (tremblons); à 9^h, forts bruits souterrains, même à Puerto-Montt et alentours.

» 2 *juillet.* — Éclairs et tonnerre durant tout le mois en plein hiver.

» 5 *septembre : Grande éruption.* — Nuages de fumée et de vapeur, décharges électriques, pluies de cendres qui sont transportées à plus de 120^{km}.

» 10 *septembre*, à midi : le vent d'est amène une nuée grise rougeâtre qui couvre le ciel dans la direction du S.-O; la cendre volcanique tombe sur tous les objets exposés à l'air.

» Le mois de septembre a été marqué par une grande activité du volcan. Les 17 avril, 12 juin, 6 juillet, le Calbuco s'est signalé par son activité; mais l'éruption du 5 septembre a été plus imposante que les antérieures d'avril à juillet. Les nuits du 6 et 7 octobre sont éclairées par les matières lancées par le volcan qui projette des pierres de différents volumes avec les cendres et les sables.

» 23 *octobre : Grande éruption.* — Fortes commotions, détonations et pluies de cendres très abondantes; pendant le jour, l'obscurité est complète; la montagne paraît en feu sur divers points. A Osorno, Puerto-Montt, le trafic est impossible dans les rues. Durant le mois d'octobre, le Calbuco n'a cessé d'être en activité.

» 29 *novembre : Extraordinaire éruption.* — Grands bruits souterrains, fortes détonations, énorme quantité de cendres tombées, obscurité complète, décharges électriques.

» L'éruption continue en décembre : pluie de cendres, grands bruits, des flammes sortent du cratère.

» Il est à remarquer que les cendres ne contiennent pas de grains vitreux, mais elles présentent les mêmes minéraux que les andésites formant la masse de la montagne et au même état que dans celles-ci. On y trouve, en effet, feldspath triclinique, augite, hypersthène, amphibole, magnétite, comme dans les fragments volumineux projetés par le volcan.

L'andésite des éruptions antéhistoriques de la région réduite en poudre et traversée par un courant de vapeur d'eau donne les mêmes produits que la cendre lancée par le Calbuco. La cendre semble donc provenir de la trituration et de la pulvérisation des laves anciennes de la région sans que celles-ci aient subi une refusion.

» L'éruption du Calbuco a rejeté des quantités si considérables de vapeur d'eau que les conditions atmosphériques ordinaires en ont été profondément modifiées. Il y a eu des pluies anormales très abondantes, même dans le centre et le nord du Chili, des neiges sur les chaînes basses, un ciel couvert de nuages, état très différent de l'état normal du pays.

» En *résumé*, on a observé des éruptions fréquentes de cendres à structure cristalline, d'énormes émissions de gaz et de vapeurs, qui ont amené des épanchements d'eau boueuse et des perturbations atmosphériques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Remarques sur les tremblements de terre subis par l'île de Zante pendant l'année* 1893. Note de M. **A. Issel**, présentée par M. Daubrée.

« On sait que l'île de Zante éprouva en 1893 de violentes secousses de tremblement de terre qui ruinèrent de fond en comble la ville capitale et la plupart des villages de la moitié méridionale, notamment dans la plaine.

» L'agitation du sol, qui avait commencé à Zante par des secousses assez faibles pendant le mois d'août 1892, continua avec plus ou moins d'énergie jusqu'à la fin de l'automne de l'année suivante. Les paroxysmes désastreux se produisirent le 31 janvier (à $5^h 34^m$ du matin), le 1er février (à $1^h 56^m$ du matin) et le 17 avril (à $7^h 4^m$ du matin) 1893. Des secousses un peu moins fortes furent signalées le 31 janvier (dans la nuit), le 20 mars et le 4 août de la même année.

» Au point de vue de l'intensité et de la succession des secousses, les trois phases indiquées par M. Forel, sous les noms de secousses préparatoires, grande secousse et secousses successives, se produisirent régulièrement à Zante jusqu'aux premiers jours d'avril; mais, dans la seconde décade de ce mois, les oscillations, qui étaient devenues plus rares et plus légères, se manifestèrent avec plus de force et ce renouvellement d'énergie aboutit au paroxysme du 17 avril, aussi violent que celui du 31 janvier et qui représente une phase d'activité exceptionnelle; à moins que l'on ne considère l'ensemble des phénomènes dont il est question comme appar-

tenant à deux périodes distinctes qui se seraient succédé sans interruption.

» Au point de vue du caractère spécial des manifestations séismiques, j'ai observé à Zante cinq espèces de phénomènes : 1° les secousses normales; 2° les vibrations; 3° les détonations; 4° les chocs; 5° les balancements.

» Les secousses normales (je comprends sous ce nom les grandes secousses ainsi que la plupart des préparatoires et des consécutives) commençaient par un mouvement horizontal et se continuaient par une oscillation verticale, en terminant quelquefois par une vibration ou un balancement rapide dans le sens horizontal. Elles étaient souvent précédées par un grondement souterrain, comme un fracas de lourds chariots roulants sur une chaussée (*rombo* des Italiens), qui cessait un peu avant la fin de la secousse. Elles avaient une intensité et une durée variables : (celle-ci n'a point dépassé une vingtaine de secondes) et semblaient presque toutes produites par une cause commune, agissant en dessous d'un point situé en mer, au sud-ouest de l'île, à quelques kilomètres du cap de Keri.

» Les effets mécaniques de la première grande secousse et surtout le déplacement subi par des blocs de marbre de formes et de dimensions différentes, dans plusieurs monuments funéraires du cimetière de la ville de Zante, prouvent que l'oscillation a eu lieu principalement d'après deux composantes horizontales, dont l'une de l'ouest à l'est et l'autre du sud au nord. J'ai constaté sur une douzaine au moins de cippes ou de stèles un déplacement très fort vers l'ouest et un plus faible vers le nord, ainsi qu'une rotation de nord à sud par ouest, atteignant jusqu'à une trentaine de degrés.

» Tandis que l'aire du séisme désastreux n'avait pas plus de 20^{km} à 25^{km} de rayon, l'oscillation fut accusée par les séismographes délicats à Catane, à Mines, à Rome, et par le pendule horizontal, d'après M. Rebeur-Paschwitz, à Nikolaiew et à Strasbourg, à plus de 1450^{km} du foyer. La secousse du 17 avril a été signalée par les appareils magnétiques à Potsdam.

» Les vibrations furent observées avec beaucoup de fréquence avant et après les grandes secousses; on en a compté, dans la première phase d'activité, jusqu'à 40 ou 50 dans une seule nuit. Elles étaient généralement horizontales, très légères et de courte durée, et semblaient des manifestations plus faibles du phénomène qui se produisait par les secousses de la première espèce. Certaines vibrations, ayant eu une intensité plus considérable dans le continent voisin qu'à Zante, n'étaient probablement que des secousses normales sporadiques, parties d'un foyer différent, qui assu-

maient le caractère de vibrations, après un parcours plus ou moins long.

» J'appelle *détonations* des bruits souterrains semblables à des coups de canon tirés en masse dans l'éloignement, et quelquefois au fracas des bulles de gaz qui éclatent dans les cratères volcaniques pendant les éruptions. Ils sont rarement suivis d'une légère vibration. Parfois, les explosions étaient isolées; plus souvent, elles se répétaient par séries pendant plusieurs minutes; dans ce cas, à une interruption plus longue qu'à l'ordinaire, succédait un coup plus fort. Ce phénomène fut observé dès le commencement de la période séismique, avec les secousses préparatoires, et se termina avec la cessation de la phase d'activité, qui a duré, en s'affaiblissant, jusqu'au mois de novembre 1893. Les détonations étaient très fréquentes après la première grande secousse et semblaient partir d'un foyer situé au sud-ouest de l'île, vers l'îlot de Marathonisi. J'en ai compté un grand nombre pendant les nuits du 21 au 22 mars, du 2 au 3 et du 9 au 10 avril 1893. Après mon départ de l'île, elles furent très nombreuses dans la soirée du 16 avril, la veille de la troisième secousse désastreuse.

» Les chocs étaient des commotions brusques, instantanées, comme des coups de bélier, suivis d'un léger tremblement et sans bruit souterrain appréciable; ils ressemblaient à l'effet produit par la chute d'un corps très lourd sur un sol un peu élastique et mou. On en a signalé un, observé le 31 janvier, un peu avant la première grande secousse et plusieurs après. De mon côté, j'en ai observé deux très remarquables, le 19 mars à $7^h 30^m$ et le 21 mars à $11^h 18^m$ du matin.

» Les balancements sont des oscillations horizontales assez rares, très longues, lentes, régulières et sans saccades. Il faut les considérer à Zante, ainsi qu'en Italie, où leur nature a été bien démontrée, comme l'écho affaibli de secousses normales se propageant d'un centre très éloigné, secousses étrangères à toute activité locale.

» Les phénomènes qui se produisent le plus souvent pendant les périodes d'activité séismique dans l'île de Zante, c'est-à-dire les secousses normales, les vibrations et les explosions, s'expliquent assez facilement si l'on suppose que les eaux superficielles pénètrent dans les cavités intérieures où règne une température élevée due aux degrés géothermiques et se vaporisant dans des conditions spéciales.

» La fuite violente d'une grande quantité de vapeur ayant acquis une pression considérable dans les réservoirs souterrains déterminerait les secousses normales, qui seraient accompagnées souvent de grondements comparables à ceux qui se produisent lorsque la chaudière d'une machine

à vapeur se décharge avec force. La sortie, moins brusque et sans saccades, de la vapeur serait la cause immédiate des vibrations. La vaporisation instantanée de petites quantités d'eau dans les cavités souterraines produirait les explosions ([1]). »

M. **Léopold Hugo** adresse une Note « sur un calcul relatif à l'éclat des sept principales étoiles de la Grande Ourse ».

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 février 1894.

Journal de Mathématiques pures et appliquées, fondé en 1836 et publié jusqu'en 1874 par Joseph Liouville. Publié de 1875 à 1884 par H. Resal. Quatrième série, publiée par Camille Jordan, avec la collaboration de MM. Lévy, A. Mannheim, E. Picard, H. Poincaré, H. Resal. Tome IX. Année 1893. Fascicule n° 4. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 vol. in-4°.

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Tome XI. Janvier 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XVIII. Janvier 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. gr. in-8°.

Sur une méthode d'essai scientifique et pratique des objectifs photographiques et des instruments d'Optique, par le capitaine Houdaille. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Cornu.)

([1]) M. Daubrée en a donné, en 1885, dans la *Revue des Deux-Mondes*, un excellent exposé qu'il a reproduit dans son Livre : *Les régions invisibles du globe et des espaces célestes*. Paris, 1892.

Les hernies inguinales de l'enfance, par le Dr G. Félizet, chirurgien de l'Hôpital Tenon (Enfants malades). Paris, G. Masson, 1894; 1 vol. in-8°. (Présenté par le Dr Guyon et renvoyé à la Section de Médecine et Chirurgie.)

Observations concernant quelques Mammifères fossiles nouveaux du Quercy, par M. H. Filhol; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Journal du Ciel, couronné par l'Académie des Sciences. Bulletin de la Société d'Astronomie. Notions populaires d'Astronomie pratique. 1893. Directeur Joseph Vinot. Paris; 1 vol. in-4°.

Les vieux dogmes cliniques devant la Pathologie microbienne, par le professeur J. Grasset. Montpellier, Ch. Bœhm, 1894; 1 br. in-8°.

L'Université de Paris. Bulletin mensuel de l'Association générale des Étudiants. N° 59. Janvier 1894. Chalon-sur-Saône, Marceau; 1 broch. in-4°.

Annuaire de l'observatoire royal de Belgique, par F. Folie, Directeur de l'observatoire; 61e année, 1894. Bruxelles, F. Hayez, 1894; 1 vol. in-16.

Rapport sur l'irrigation pérenne et la protection contre l'inondation en Égypte, par W. Willcocks, M. I. C. E., Directeur général des réservoirs, et Note par W.-E. Garstin, sous-secrétaire d'État au Ministère des Travaux publics, Égypte (Traduit de l'anglais par F. Roux, Ingénieur des réservoirs). Le Caire, imprimerie nationale, 1894; 1 vol. in-4°.

Description de la faune jurassique du Portugal. Classe des Céphalopodes, par Paul Choffart. Lisbonne, imprimerie de l'Académie des Sciences, 1893; 1 vol in-4°.

Studies from the physical and chemical laboratories of the Owens College. Volume I : *Physics and physical Chemistry*. Manchester, 1893; 1 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 FEVRIER 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires du second ordre renfermant un paramètre arbitraire.* Note de M. **Émile Picard**.

« 1. On rencontre, en Physique mathématique, de nombreuses équations différentielles linéaires dépendant d'un paramètre arbitraire, et Sturm a notamment publié autrefois, sur ce sujet, un Mémoire d'un très grand intérêt (*Journal de Liouville,* t. I). Il reste cependant, tant au point de vue de la rigueur que du calcul effectif, bien des points à approfondir dans cette théorie. Je vais me borner ici à un cas particulier très simple, qui est le type des questions que l'on est conduit à étudier dans les applications.

» Considérons l'équation linéaire du second ordre

$$\frac{d^2y}{dx^2} + k\,\mathrm{A}(x)y = 0, \tag{1}$$

k étant une constante, et $A(x)$ une fonction continue que je supposerai *positive* dans un certain intervalle (a, b).

» On démontre d'abord facilement que les valeurs de k, pour lesquelles cette équation a une intégrale continue, ainsi que sa dérivée première, dans (a, b), et s'annulant pour $x=a$ et $x=b$ (sans être identiquement nulle), forment une suite discontinue de valeurs *positives*

$$(2) \qquad k_1, \quad k_2, \quad \ldots, \quad k_n,$$

k_n augmentant indéfiniment avec n. Je me propose de montrer comment *on pourra, par une suite de calculs réguliers, obtenir les termes de cette suite et les intégrales singulières correspondantes.*

» 2. Nous allons d'abord voir comment on peut retrouver, en se plaçant à un autre point de vue, les termes de la suite (2). J'envisage l'intégrale u de l'équation (1), qui, pour $x=a$, prend la valeur A, et, pour $x=b$, la valeur B, en désignant par A et B deux quantités numériques *arbitraires*. Nous regarderons l'intégrale u *comme fonction de* k; cette fonction de k sera uniforme dans tout le plan de la variable complexe k. Elle aura des points *singuliers* qui seront précisément les termes de la suite (2).

» Il importe de rechercher la nature de ces singularités. Nous allons montrer que les points k_i sont des pôles simples de u. Écrivons l'équation

$$(3) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} + k_i A(x) y = 0.$$

» Elle admet une intégrale y_0 s'annulant en a et b, et soit Y_0 une seconde intégrale distincte de la première. Soit maintenant l'équation

$$(4) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} + (k_i + \mu) A(x) y = 0,$$

μ étant une quantité petite. Il est aisé de voir que l'équation (4) admettra deux intégrales voisines de y_0 et Y_0, et prenant respectivement les mêmes valeurs pour $x=a$. Ces intégrales peuvent, de plus, être développées suivant les puissances de μ; on a ainsi

$$y = y_0 + y_1\mu + \ldots, \qquad Y = Y_0 + Y_1\mu + \ldots,$$

$y_1, y_2, \ldots, Y_1, Y_2, \ldots$ s'annulant nécessairement pour $x=a$.

» Une intégrale de (4) est de la forme $\alpha y + \beta Y$. Cherchons à déterminer les constantes α et β, de manière que cette intégrale prenne pour a

et b les valeurs A et B. On a les deux équations

$$\beta\, Y_0(a) = A, \qquad \alpha[y_1(b)\mu + \ldots] + \beta[Y_0(b) + \ldots] = B.$$

» On voit donc que β est une constante par rapport à μ, et que α admet le pôle $\mu = 0$. Ce pôle sera simple, si l'on a $y_1(b) \neq 0$. Or nous allons établir qu'il en est bien ainsi; on a les deux équations

$$\frac{d^2 y_0}{dx^2} + k_i A(x) y_0 = 0.$$

$$\frac{d^2 y_1}{dx^2} + k_i A(x) y_1 + A(x) y_0 = 0;$$

y_0 s'annule en a et b, et y_1 s'annule en a. Or, des deux équations précédentes, on conclut

$$\int_a^b \left(y_1 \frac{d^2 y_0}{dx^2} - y_0 \frac{d^2 y_1}{dx^2}\right) dx = \int_a^b A(x) y_0^2\, dx;$$

la première intégrale s'effectue immédiatement; elle serait nulle si $y_1(b)$ était nul, et l'on serait alors conduit à une absurdité. Nous arrivons donc à la conclusion que *k_i est un pôle simple de la fonction u.*

» 3. Ceci posé, j'arrive au calcul des quantités k_i. Tant que k sera inférieur à k_1, on aura pour u le développement

$$(5) \qquad u = u_0 + u_1 k + \ldots + u_n k^n + \ldots,$$

u_0 prenant en a et b les valeurs A et B et les autres u s'annulant aux deux extrémités de l'intervalle (a, b). Ces divers coefficients sont des fonctions de x que l'on peut calculer de proche en proche. Formons les constantes

$$U_n = \int_a^b u_0(x) u_n(x) A(x)\, dx.$$

» Elles sont positives, et l'on a les inégalités

$$\frac{U_1}{U_0} < \frac{U_2}{U_1} < \ldots < \frac{U_n}{U_{n-1}} < \ldots.$$

» De plus, on démontre que la série (5) et la série

$$U_0 + U_1 k + \ldots + U_n k^n + \ldots$$

ont nécessairement même cercle de convergence; on en conclut sans

peine

$$\lim \frac{U_n}{U_{n-1}} = \frac{1}{k_1} \qquad (\text{pour } n = \infty).$$

» *La première valeur singulière k_1 est ainsi déterminée par un calcul régulier.*

» 4. Nous allons maintenant calculer k_2. Puisque k_1 est un pôle simple de u, nous pouvons écrire

$$(6) \qquad u = \frac{u'}{1 - \frac{k}{k_1}} + v_0 + v_1 k + \ldots + v_n k^n + \ldots,$$

la série du second membre étant convergente jusqu'à $k = k_2$. La comparaison des développements (5) et (6) donne de suite

$$u' = \lim_{n=\infty} (u_n k_1^n) :$$

u' peut donc être regardé comme connu et par suite les v. Nous formerons alors la suite des quantités

$$V_n = \int_a^b v_0(x) v_n(x) A(x)\, dx.$$

» Le rapport $\frac{V_n}{V_{n-1}}$ tendra vers une limite pour $n = \infty$, et l'on aura

$$\lim_{n=\infty} \frac{V_n}{V_{n-1}} = \frac{1}{k_2}.$$

Nous calculons donc ainsi la seconde valeur singulière k_2.

» 5. On peut continuer ainsi indéfiniment. On aura

$$v_0 + v_1 k + \ldots + v_n k^n + \ldots = \frac{v'}{1 - \frac{k}{k_2}} + w_0 + w_1 k + \ldots + w_n k^n + \ldots,$$

la série du second membre étant convergente jusqu'à $k = k_3$. On obtiendra v' par la formule

$$v' = \lim_{n=\infty} (v_n k_2^n)$$

et les constantes

$$W_n = \int_a^b w_0(x) w_n(x) A(x)\, dx$$

conduiront à la troisième valeur k_3 et ainsi de suite.

» Nous avons donc bien obtenu le résultat que nous avions en vue. Les valeurs singulières k_i peuvent être obtenues de proche en proche par un

calcul régulier, *ainsi que les intégrales singulières correspondant à ces valeurs singulières*. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur certains développements en séries, que l'on rencontre dans la théorie de la propagation de la chaleur.* Note M. **H. Poincaré.**

« On sait que le problème du refroidissement d'un corps solide de forme quelconque peut être considéré comme résolu quand on sait :

» 1° Former les fonctions fondamentales U_n qui satisfont aux conditions suivantes :

$$\Delta U_n + k_n U_n = 0 \quad \text{à l'intérieur du corps,}$$
$$\frac{dU_n}{dn} + h U_n = 0 \quad \text{à la surface.}$$

» Les lettres k_n et h désignent des constantes ; la seconde constante h est la même pour toutes les fonctions fondamentales et dépend du pouvoir émissif du corps. Enfin, dn représente une longueur infiniment petite comptée sur la normale à la surface du corps.

» 2° Démontrer qu'une fonction arbitraire V peut être développée en série procédant suivant les fonctions fondamentales, sous la forme

$$V = A_1 U_1 + A_2 U_2 + \ldots + A_n U_n + \ldots,$$

les coefficients A_i étant des constantes.

» J'ai eu moi-même l'occasion d'insister sur ces points dans diverses Communications que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie, et dans un Mémoire inséré au tome XII de l'*American Journal of Mathematics*.

» Dans le cas du cylindre de révolution, Fourier a montré que les fonctions fondamentales se ramènent aux fonctions de Bessel et il en est encore de même dans le cas de la sphère, à la condition d'introduire les fonctions de Bessel d'indice fractionnaire.

» Considérons donc la fonction φ définie de la manière suivante :

$$\varphi(x) = \sum \frac{(-1)^\beta \left(\frac{x}{2}\right)^{2\beta}}{\Gamma(\beta+1)\Gamma(\beta+n+1)}.$$

» Cette fonction n'est autre chose que la fonction de Bessel $J_n(x)$ mul-

tipliée par $\left(\frac{x}{2}\right)^{-n}$. Elle satisfait à l'équation différentielle

(1) $$\frac{d^2\varphi}{dx^2}+\frac{2n+1}{x}\frac{d\varphi}{dx}+\varphi=0.$$

» Considérons d'abord le cas d'un cylindre de révolution, limité par la surface cylindrique

$$x^2+y^2=1,$$

et par les deux plans

$$z=+a, \qquad z=-a.$$

» Posons

$$x=r\cos\omega, \qquad y=r\sin\omega.$$

» On verrait que chaque fonction fondamentale est le produit de trois facteurs :

» 1° Le premier facteur est $r^n\cos n\omega$, ou $r^n\sin n\omega$, n étant un entier, le même qui figure dans l'équation (1).

» 2° Le second facteur est égal à

$$\sin\lambda z, \quad \text{ou} \quad \cos\lambda' z,$$

λ et λ' étant définis par les équations transcendantes

$$h\tan\lambda a+\lambda=0, \qquad h\cot\lambda' a=\lambda'.$$

» 3° Le troisième facteur est la fonction

$$\varphi(\mu r),$$

μ étant une des racines de l'équation transcendante

(2) $$\mu\varphi'(\mu)+\mathrm{H}\varphi(\mu)=0,$$

où

$$\mathrm{H}=n+h.$$

» Considérons maintenant le cas d'une sphère limitée par la surface

$$x^2+y^2+z^2=1,$$

et posons

$$x^2+y^2+z^2=r^2.$$

» Ici le nombre n qui figure dans l'équation (1) ne sera plus un entier, *mais* $2n$ *sera un entier impair;* je rappelle que dans ce cas l'équation (1) s'intègre aisément en termes finis.

» Une fonction fondamentale quelconque sera alors le produit de $r^{n-\frac{1}{2}}$,

d'une fonction sphérique d'ordre $n - \frac{1}{2}$ et de la fonction

$$\varphi(\mu r).$$

» Le coefficient μ sera une des racines de l'équation transcendante (2) mais en prenant

$$H = n - \tfrac{1}{2} + h.$$

» Les fonctions fondamentales sont donc faciles à former dans le cas de la sphère et du cylindre. Comme, d'autre part, Cauchy a démontré qu'une fonction arbitraire de z peut être développée en série procédant suivant les $\sin\lambda z$ et les $\cos\lambda' z$, le problème du refroidissement de la sphère ou du cylindre pourra être regardé comme résolu si l'on parvient à développer une fonction arbitraire V de r pour

$$0 < r < 1,$$

en série procédant suivant les fonctions $\varphi(\mu r)$.

» C'est là l'objet de la présente Note.

» Je chercherai pour cela à généraliser la méthode de Cauchy.

» Les fonctions $\varphi(\mu r)$ sont définies par les équations

$$\frac{d^2\varphi}{dr^2} + \frac{2n+1}{r}\frac{d\varphi}{dr} + \mu^2\varphi = 0 \qquad (\text{pour } r < 1),$$
$$\frac{d\varphi}{dr} + H\varphi = 0 \qquad (\text{pour } r = 1).$$

Je chercherai à former nne fonction S restant finie pour $r = 0$, et satisfaisant aux conditions suivantes :

$$\frac{d^2S}{dr^2} + \frac{2n+1}{r}\frac{dS}{dr} + \xi^2 S = V \qquad (\text{pour } r < 1).$$
$$\frac{dS}{dr} + HS = 0 \qquad (\text{pour } r = 1).$$

La lettre ξ représente une constante *réelle* ou *imaginaire*.

» La fonction S est facile à former; l'équation (1) étant du deuxième ordre admet une seconde intégrale ψ que je supposerai choisie de telle sorte que

(3) $$\varphi(x)\psi'(x) - \varphi'(x)\psi(x) = \frac{1}{x^{2n+1}}.$$

Posons alors

$$\theta = \xi\varphi'(\xi) + \mathrm{H}\varphi(\xi),$$
$$\theta_1 = \xi\psi'(\xi) + \mathrm{H}\psi(\xi),$$
$$d\mathrm{B} = \mathrm{V}\varphi(r\xi)\xi^{2n}r^{2n+1}\,dr,$$
$$d\mathrm{C} = \mathrm{V}\psi(r\xi)\xi^{2n}r^{2n+1}\,dr.$$

Il viendra

$$\mathrm{S} = \varphi(r\xi)\int_r^1 d\mathrm{C} + \psi(r\xi)\int_0^r d\mathrm{B} - \varphi(r\xi)\frac{\theta_1}{\theta}\int_0 d\mathrm{B}.$$

» L'équation (3) ne suffit pas pour déterminer l'intégrale ψ, et elle ne cesse pas d'être satisfaite quand on change ψ en $\psi + k\varphi$. Mais alors, la fonction S ne change pas; cette fonction S reste donc la même quelle que soit l'intégrale ψ que l'on choisisse parmi toutes celles qui remplissent la condition (3).

» On voit aisément que S est une fonction méromorphe de ξ dans toute l'étendue du plan.

» Il faut ensuite déterminer la valeur asymptotique de S pour ξ très grand; je dis que quand le module de ξ est très grand, cette valeur asymptotique est égale à $\frac{\mathrm{V}}{\xi^2}$, quel que soit l'argument de ξ, pourvu que ξ ne soit pas réel. Je veux dire par là que le rapport de S à $\frac{\mathrm{V}}{\xi^2}$ tend vers l'unité, quand le module de ξ croît indéfiniment avec un argument constant, les arguments o et π étant seuls exceptés.

» Pour le démontrer, on s'appuiera sur les valeurs asymptotiques bien connues des fonctions de Bessel; en choisissant l'intégrale ψ de telle façon que la valeur asymptotique du produit $\varphi(r\xi)\psi(r\xi)$ soit égal à

$$\frac{\pm i}{2(r\xi)^{2n+1}},$$

ce choix est toujours possible, mais il y a lieu d'observer qu'on ne devra pas faire le même choix si la partie imaginaire de ξ est positive, ou si elle est négative.

» L'équation (2) a toutes ses racines réelles et deux à deux, égales et de signe contraire. Soient $\mu_1, \mu_2, \ldots$, les racines positives rangées par ordre de grandeur. Soient $c_1, c_2, \ldots$ des cercles ayant pour centre l'origine et pour rayons

$$\frac{\mu_1+\mu_2}{2}, \quad \frac{\mu_2+\mu_3}{2}, \quad \ldots.$$

» On peut démontrer que, sur ces cercles, le rapport de S à $\frac{V}{\xi^2}$ reste limité. La démonstration exige des calculs longs mais sans difficulté.

» Il en résulte que, si je désigne par J_p l'intégrale

$$\int S\xi\, d\xi,$$

prise le long du cercle C_p, on aura

$$\lim J_p = 2i\pi V \qquad (\text{pour } p = \infty).$$

Cela montre que V est égal à la somme des résidus de la fonction $S\xi$.

» Or, les pôles de la fonction S sont les racines de l'équation $\theta = 0$, c'est-à-dire que, pour un pôle, $\xi = \mu$, μ étant défini par l'équation (2).

» Le résidu correspondant de $S\xi$ est égal à

$$-\varphi(r\mu)\frac{\mu\theta_1(\mu)}{\theta'(\mu)}\int_0^1 dB.$$

» Dans B bien entendu, ξ est remplacé par μ. Ce résidu est donc égal à $\varphi(\mu r)$ multiplié par une constante indépendante de r.

» La fonction V se trouve ainsi développée sous la forme voulue.

» Une dernière remarque. Le raisonnement précédent pourrait se trouver en défaut si V devenait infini pour $r = 0$. Or voyons comment nous formons la fonction V dans le cas du refroidissement de la sphère par exemple. Soit W la température initiale, qui sera une fonction arbitraire de x, y et z, ou, ce qui revient au même, de r, θ et ω en posant

$$x = r\sin\theta\cos\omega, \qquad y = r\sin\theta\sin\omega, \qquad z = r\cos\theta,$$

W pourra se développer par la formule de Laplace en une série de la forme

$$W = \Sigma V r^{n-\frac{1}{2}} X,$$

X étant une fonction sphérique d'ordre $n - \frac{1}{2}$. On pourrait craindre que V ne devienne infini pour $r = 0$, mais cela ne se présentera pas si je suppose que W est holomorphe en x, y, z dans le voisinage immédiat du centre de la sphère, cette fonction demeurant d'ailleurs arbitraire dans le reste de la sphère.

» La même observation s'applique au cas du cylindre. »

MÉMOIRES LUS.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *La fièvre typhoïde à Paris, période décennale de décroissance* 1884-1893; *ses exacerbations automno-hivernales*. Note de M. DE PIETRA SANTA. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

Conclusions. — Au point de vue de la statistique mortuaire de la ville de Paris, la période décennale 1884-1893 se distingue de la période décennale qui l'avait précédée par une diminution marquée des taux de léthalité afférents aux décès généraux (par toutes causes), aux décès par maladies zymotiques, et plus particulièrement aux décès par fièvre typhoïde.

» 1° Pendant cette période, pour une population moyenne de 2404520 habitants, le taux de léthalité générale est descendu progressivement, de 24,41 pour 1000 habitants, à 22,42 pour 1000 (21,18 pour 1000 pour l'année 1893), ce qui représente un gain sur la mort de 3,23 pour 1000 habitants, 8125 personnes pour la période.

» Le taux de léthalité, par décès zymotiques, est descendu de 2,45 pour 1000 habitants à 1,84 pour 1000 (autrement dit de 11,82 pour 100 décès pour toutes causes, à 8,22 pour 100).

» Le taux de léthalité par décès de fièvre thyphoïde est descendu de 3,62 pour 100 décès généraux à 1,67 pour 100 (1,07 pour 100 en 1893); soit, de 1883 à 1893, une différence de 2,55 pour 100 décès généraux.

» 2° Ces heureux résultats doivent être attribués, pour la plus grande partie, aux progrès de la salubrité et de l'hygiène publiques (meilleure installation des systèmes d'égout; distribution plus abondante d'eaux de source de bonne provenance, rasement de cités et de quartiers insalubres; organisation de l'inspection sanitaire des garnis, et en dernier lieu, fonctionnement régulier du service de désinfection dans les étuves municipales); toutefois il faut reconnaître que, partout et toujours, la fièvre typhoïde, maladie essentiellement humaine et endémique, est soumise à des *exacerbations* dites *automno-hivernales*, en relation directe avec des conditions atmosphériques saisonnières qui engendrent les *constitutions médicales régnantes*.

» En Europe, comme aux États-Unis, la fièvre typhoïde a présenté, pendant ce dernier quart de siècle, une diminution régulière, en nombre

et en gravité, au fur et à mesure que les grands travaux d'assainissement et les prescriptions de l'hygiène générale ont reçu un développement plus considérable et plus intelligent (Londres, Bruxelles, Munich, Dantzig, Breslau, Lansing, Washington, Baltimore).

» D'autre part, en Europe et aux États-Unis, comme en France, le plus grand nombre des décès par fièvre typhoïde a coïncidé avec la période de l'année comprise entre les mois d'octobre et de janvier. Les chiffres minima de morbidité et de mortalité ont été constamment enregistrés pendant les mois d'avril, mai, juin et juillet.

» 3° De l'ensemble de cette étude, il résulte que la fièvre typhoïde ne peut être rattachée à une étiologie *simple* et *unique* (théories : fécale, hydrique, météorologique, de l'auto-infection, etc.). Un certain nombre de facteurs morbigènes concourent à sa production, et les principaux sont incontestablement : l'encombrement, la souillure et la malpropreté sous toutes leurs formes, l'usage d'eaux impures et contaminées, les conditions professionnelles spéciales, l'auto-infection, et enfin, les constitutions médicales régnantes. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **J. Poujol** adresse un Mémoire intitulé « Ville de Grasse; statistique médicale ».

(Commissaires : MM. Larrey, Brouardel.)

M. **Gorges** adresse deux échantillons de conserves de viande de bœuf, préparées par le procédé qu'il a précédemment indiqué.

(Commissaires : MM. Schützenberger, Duclaux, Brouardel.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un volume intitulé « Astronomische Beobachtungen auf der königlichen Sternwarte zu Berlin; zweite Serie, Band I. — Zonenbeobachtun-

gen der Sterne zwischen 20 und 25 Grad nördlicher Declination, ausgeführt und bearbeitet von D[r] *E. Becker*, herausgegeben von D[r] *W. Foerster*, zweiter Theil ».

2° Un volume intitulé « A descriptive Atlas of the Eucalypts of Australia and the adjoining islands, by Baron *Ferd. von Müller* (Melbourne) ». (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte que viennent de faire les Sciences mathématiques, dans la personne de M. *Eugène Catalan*, décédé à Liége le 14 février 1894.

M. E. **Maumené** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante dans la Section de Chimie par le décès de M. *Fremy*.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. L. **Weineck**, directeur de l'observatoire royal impérial de Prague, en adressant à l'Académie des photographies agrandies de quelques-uns des plus grands cirques de la Lune, accompagne cet envoi d'une Note imprimée, dont voici les principaux passages :

« Quand, au début de l'année 1891, je reçus par la bienveillance de M. le professeur Edward S. Holden, directeur de l'observatoire Lick, au mont Hamilton, en Californie, les premières épreuves positives sur verre tirées au contact des clichés négatifs de la Lune obtenus au moyen du réfracteur de 36 pouces de cet observatoire, j'eus la conviction qu'une reproduction agrandie, aussi fidèle que possible, de parties isolées de la Lune, d'après ces clichés, serait du plus grand intérêt pour le progrès de la Sélénographie. A cet effet, j'entrepris immédiatement de faire des dessins agrandis, au lavis suivant les cas, et je construisis pour cela un appareil qui fut publié avec les premiers résultats ainsi obtenus [1]. D'après la méthode que j'ai décrite, j'ai reproduit jusqu'à ce jour :

» 1° Avec un grossissement de quatre fois : la *mer des Crises* (*mare Crisium*).

» 2° Avec un grossissement de dix fois : les cirques *Archimède* et *Arzachel*, chacun deux fois, avec jet d'ombre en sens opposé.

» 3° Avec un grossissement de vingt fois : *Pétavius, Vendélinus, Langrénus, Eratosthène, Flammarion,* la région qui s'étend à l'ouest des monts *Riphées,* cette

---

[1] *Astronomische Beobachtungen an der K. K. Sternwarte zu Prag,* in den Jahren 1888, 1889, 1890 und 1891, nebst Zeichnungen und Studien des Mondes.

dernière d'après deux plaques différentes, *Copernic* et de nombreuses découvertes de rainures et de cratères d'après les clichés de Lick ci-dessus mentionné.

» 4° Avec un grossissement de quarante fois : le cirque *Capella*, d'après deux plaques différentes, et le cratère *Tarentius* C à bords saillants, d'après trois clichés différents.

» Pendant ce temps, des essais furent faits de divers autres côtés, et en particulier à l'observatoire Lick lui-même, pour remplacer par un procédé d'agrandissement photographique l'agrandissement par le dessin au lavis. Quelque remarquables que fussent les résultats, ils présentaient un grain trop vague, et restaient trop inférieurs aux originaux quant à la richesse des détails. Le grain grossi par la photographie provenait de groupes de grains dilués par le lavage, et qui rendaient l'image indécise, et cela en raison directe du grossissement. Dans aucun cas, cette image agrandie par la photographie ne pouvait soutenir la comparaison avec un agrandissement fidèle par le dessin.

» Telle était la situation quand, au commencement d'avril 1893, j'eus l'idée de faire moi-même des essais d'agrandissement par la photographie sur mon appareil à dessin, et d'obtenir, par ce procédé mécanique, une finesse de grain égale à celle que l'on aperçoit à l'œil avec un appareil oculaire d'agrandissement correspondant [1].

» Ces essais commencèrent le 19 avril 1893, d'après une méthode qui diffère du procédé ordinaire et dont je me réserve encore la publication. Ces essais donnèrent aussitôt des résultats très favorables. Le grossissement ainsi obtenu du grain de la plaque correspondait absolument au facteur géométrique du grossissement de l'image; on le trouve 9 ou 10 fois plus fin que le grain obtenu par les grossissements photographiques analogues des autres. Dans cette même proportion, le détail de l'original était reproduit avec une fidélité rigoureuse sur l'agrandissement photographique. Le seul défaut de ce procédé mécanique, qui fût appréciable dans la comparaison avec un dessin agrandi, était qu'il est impossible d'obtenir, par une seule exposition, une perfection égale de toutes les parties de l'image, défaut qu'il est d'ailleurs facile d'aplanir par différentes expositions, d'une durée plus ou moins longue. Comme pierre de touche de ma méthode, j'ai choisi des rainures particulièrement fines dans les cirques Thébit et Eratosthène, que j'avais depuis longtemps découvertes, et dessinées avec soin. Je les photographiai avec un grossissement progressif, en observant si elles apparaissaient avec plus ou moins de clarté. Certaine rainure sinueuse dans Eratosthène qui, du haut de son enceinte nord intérieure s'étend vers la vallée, sur une longueur de près de deux milles géographiques, ainsi que plusieurs objets minuscules du cra-

---

(1) Je dois faire remarquer ici que j'exerce la Photographie depuis des années; que j'ai dirigé déjà en 1875 la station d'essais astronomiques-photographiques de la Commission allemande de Vénus à Schwerin dans le Mecklembourg, et que j'ai, le 9 décembre 1874, à l'île Kerguelen (dans le sud de l'océan Indien) photographié le passage de Vénus avec un plein succès. D'autre part, mon adjoint, M. le Dr R. Spitaler, a rassemblé des observations astronomiques-photographiques d'une grande valeur, au moyen du réfracteur de 27 pouces de l'observatoire de Vienne.

tère dont le diamètre est inférieur à un demi-kilomètre, présentaient, dans ces essais, un intérêt tout particulier. De la sorte, j'agrandis *Thébit* successivement 12, 20, 39, 50 et 62 fois et *Eratosthène* 21, 38, 53 et 71 fois, ...

» Dans cette série d'essais, on ne pouvait obtenir avec une précision suffisante que l'image d'un champ assez limité. Mais, à la suite d'améliorations dans les parties optiques et mécaniques de l'appareil, j'ai réussi à reproduire les plus grands cirques de la Lune avec une égale précision dans toutes les parties, et à obtenir ainsi des grossissements qui ne laissent que bien peu de chose à désirer au point de vue sélénographique.

» Comme preuve, je me permets d'adresser à l'Académie les cinq feuilles ci-jointes, afin de m'assurer la priorité des premières exécutions de grossissements photographiques de la Lune avec une précision égale à celle des originaux. Les feuilles 1 à 4 sont des grossissements de 24 fois et répondent à un diamètre du disque lunaire de 10 pieds; la feuille 5 est un grossissement de 50 fois.

» **1.** *Clavius,* d'après le négatif de Lick, pris en 1892, le 10 novembre, heure du jour : $15^h 52^m 40^s$-42^s P.s.t. avec une esquisse des détails de son intérieur. Au nombre de ces derniers, on observe notamment, au nord-ouest du cratère de (Maedler), une rainure de cratère très claire s'étendant vers *b*, et une rainure à trois rayons, avec bords lumineux, au nord de *d* ($G = 24$).

» **2.** *Maginus,* d'après le même négatif ($G = 24$).

» **3.** *Tycho* et ses environs, d'après le même négatif ($G = 24$).

» **4.** *Ptolemæus,* d'après le même négatif ($G = 24$).

» **5.** *Thébit,* avec la vallée de rainures découverte par moi-même, vers fin mars 1891; d'après le diapositif Lick du 27 août 1888 P.s.t. ($G = 50$).

» Dans toutes ces expériences, j'ai choisi moi-même les objets à photographier, que j'ai introduits et exposés dans l'appareil de grossissement construit par moi-même. M. le Dr Spitaler s'occupait du développement des plaques exposées, ainsi que de leur reproduction ultérieure : c'est grâce à lui que j'ai pu mener ces essais à bonne fin, dans un temps relativement court. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* AV (*Courty,* 1894, *février* 11), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*), par M. G. **Bigourdan**; communiquées par M. Tisserand.

Dates 1894.	Étoiles.	Gr.	Planète — Étoile ΔR.	Planète — Étoile Δ Décl.	Nombre de compar.
Févr. 13	*a*	5,5	$-0^m 25^s,74$	$+5'.5'',7$	8:8
13	*b*	9	$+1.2,40$	$+2.46,9$	12:8
14	*b*	9	$+0.3,88$	$+7.4,5$	8:8

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1894.	Étoiles.	Ascens. droite moyenne 1894,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1894,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Févr. 13..	*a* 2164 BD + 22°	9^h.56^m.54^s,61	+1^s,85	+22°.27′.37″,5	−3″,6	Poulkova (1578)
13..	*b* 2156 + 22	9.55.24,74	+1,85	+22.30.10,9	−3,4	Weisse$_2$ (1129)
14..	*b* 2156 + 22	9.55.24,74	+1,86	+22.30.10,9	−3,5	Id.

Positions apparentes de la planète AV.

Dates 1894.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Févr. 13.....	10^h.56^m.23^s	9^h.56^m.30^s,72	$\bar{1}$,181$_n$	+22°.32′.39″,6	0,606
13.....	11.40.51	9.56.28,99	$\bar{2}$,861$_n$	+22.32.54,4	0,593
14.....	11.39.11	9.55.30,48	$\bar{2}$,825$_n$	+22.37.11,9	0,592

» *Remarque.* — 1894, février 13. La planète est de 11^e grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* 1894, AV, *faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux.* Note de MM. **L. Picart** et **F. Courty**; communiquée par M. G. Rayet.

« La planète 1894, AV, a été trouvée sur une photographie faite par M. Courty dans la soirée du 11 février. Son aspect photographique était celui d'une 11^e grandeur. Depuis, la planète a été suivie à Bordeaux et voici les positions obtenues :

Planète 1894, AV, Courty.

Dates 1894.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
Févr. 12....	11^h.35^m.56^s,6	9^h.57^m.27^s,36	−$\bar{2}$,995	67°.31′.37″,1	−0,532	1	L. Picart
13....	10.54. 7,0	9.56.30,48	−$\bar{1}$,229	67.27.12,5	−0,546	2	F. Courty
14....	7.42.33,3	9.55.39,86	−$\bar{1}$,629	67.23.31,8	−0,688	3	L. Picart
15....	8.31.50,8	9.54.39,65	−$\bar{1}$,573	67.19.12,4	−0,640	4	L. Picart
16....	8.15. 1,9	9.53.41,73	−$\bar{1}$,592	67.15.14,7	−0,639	5	F. Courty

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1894,0.

Etoiles.	Catalogues et autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1...	½[Weisse₂, H. IX, 1207. — Paris 12385]	9.59.17,01	+1,83	67.30.50,4	+3,80
2...	½[Weisse₂, H. IX, 1207. — Paris 12385]	9.59.17,01	+1,83	67.30.50,4	+3,78
3...	½[Weisse₂, H. XI, 1164-65. — Paris 12331]	9.56.54,30	+1,86	67.32.22,3	+3,57
4...	Weisse₂, H. IX, 1154	9.56.31,05	+1,87	67.13.24,6	+3,52
5...	½[Weisse₂, H. IX, 1077-78. — Paris 12252]	9.52.34,71	+1,87	67.10.54,8	+3,21

ASTRONOMIE. — *Résultats des observations solaires faites à l'observatoire royal du Collège romain pendant le quatrième trimestre* 1893. Lettre de M. P. Tacchini à M. le Président.

« La saison a été peu favorable en novembre, tandis que nous avons eu un temps splendide en octobre et décembre.

1893.	Nombre de jours d'observation.	Fréquence relative des taches.	Fréquence relative de jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	Grandeur relative des facules.	Nombre de groupes par jour.
Octobre.......	27	26,85	0,00	112,7	89,2	7,4
Novembre......	20	23,15	0,00	96,4	84,0	5,4
Décembre......	27	33,89	0,00	166,4	86,0	8,0

» Le phénomène des taches, quoique encore considérable, est quelque peu en diminution par rapport au trimestre précédent. Je dois faire remarquer le maximum secondaire du mois de décembre, tandis qu'après l'autre maximum, du mois d'août, les taches ont continué à diminuer jusque dans le mois de novembre. Dans la période du maximum, le Soleil s'est présenté toujours avec des taches et des trous.

» Voici le résumé des observations des protubérances :

1893.	Nombre de jours d'observation.	Protubérances. Nombre moyen.	Protubérances. Hauteur moyenne.	Protubérances. Extension moyenne.
Octobre..........	22	5,82	36″,2	1,9
Novembre.........	13	5,00	34,7	1,8
Décembre.........	23	6,48	35,5	1,9

» Dans le phénomène des protubérances solaires, on a donc constaté une diminution. Nous devons cependant faire remarquer que, en décembre, on trouve un maximum secondaire, comme pour les taches, et que la même coïncidence a eu lieu dans le mois d'août. La seule protubérance digne d'être notée a été observée le 26 décembre à 288°; elle présente en hauteur les variations suivantes :

$11^{h}.20^{m}$	hauteur	87",8
11.41	»	133,0
11.47	»	141,1
11.54	»	79,8
12. 0	»	66,5

maximum de vitesse en ascension, 26^{km} par seconde; en descente, 109^{km}; sur le bord, à l'endroit de la protubérance, nous n'avons pas observé de spectres métalliques : le maximum d'activité solaire a donc un caractère tout autre qu'auparavant. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les tétraèdres conjugués par rapport à une quadrique et dont les arêtes sont tangentes à une autre quadrique.* Note de M. **H. Vogt**, présentée par M. Appell.

« Soient

$$\Sigma = x^2 + y^2 + z^2 + t^2 = 0 \text{ une quadrique directrice,}$$
$$S = ax^2 + by^2 + cz^2 + dt^2 = 0 \text{ une autre quadrique,}$$
$$S' = \frac{x^2}{a} + \frac{y^2}{b} + \frac{z^2}{c} + \frac{t^2}{d} = 0 \text{ sa polaire réciproque par rapport à } \Sigma;$$

s'il existe un tétraèdre $A_1 A_2 A_3 A_4$ conjugué par rapport à Σ et dont les arêtes sont tangentes à S, on sait que l'invariant

$$\Phi = ab + ac + ad + bc + bd + cd$$

doit être nul. Je me propose d'indiquer une méthode nouvelle, qui permet de retrouver ce résultat, de démontrer la réciproque, et de déterminer tous les tétraèdres jouissant de la propriété énoncée.

» Le point A_1 est le sommet de deux cônes circonscrits à S et Σ, dont l'un est capable d'un trièdre conjugué par rapport à l'autre; donc il appar-

tient à la surface covariante relative à S et Σ

$$\begin{aligned} T' = a(b+c+d)x^2 + b(a+c+d)y^2 \\ + c(a+b+d)z^2 + d(a+b+c)t^2 = 0; \end{aligned}$$

il appartient de même à la surface analogue relative à S′ et Σ

$$\begin{aligned} T'_1 = (bc+bd+cd)x^2 + (ad+ac+cd)y^2 \\ + (ab+ad+bd)z^2 + (ab+ac+bc)t^2 = 0. \end{aligned}$$

Comme on a $T' + T'_1 = \Phi\Sigma$, il ne peut y avoir de point A_1 en dehors de Σ que si $\Phi = 0$.

» Il faut de plus que le plan $A_2 A_3 A_4$ coupe T′ et Σ suivant deux coniques capables d'un triangle inscrit dans l'une et circonscrit à l'autre, ce qui donne comme nouveau lieu du point A_1 la surface du quatrième ordre

$$W = \Sigma^2 - 4SS' = 0.$$

» Le lieu des sommets des tétraèdres est la courbe Γ du huitième ordre intersection des surfaces T′ et W, car réciproquement tout point de cette courbe est le sommet d'un tétraèdre et d'un seul.

» On vérifie, en effet, que si l'on prend un point A_1 de la courbe Γ, le plan polaire de ce point par rapport à Σ coupe les cônes C_1, C'_1 circonscrits à S et S′, la surface T′ et la surface W suivant des courbes ayant trois points communs; ce seront les sommets A_2, A_3, A_4.

» ρ_1 étant un paramètre variable, les coordonnées de A_1 s'obtiendront en résolvant les équations $\Sigma + 2\rho_1 S' = 0$, $\Sigma + \frac{2}{\rho_1} S = 0$, $T' = 0$; les paramètres ρ_2, ρ_3, ρ_4 des autres sommets sont les racines de l'équation bicubique symétrique

$$(1) \qquad f(\rho, \rho_1) = \Delta\rho^2\rho_1^2(\rho + \rho_1) + 2\Theta\rho^2\rho_1^2 + 2\Theta'\rho\rho_1 + \Delta'(\rho + \rho_1) = 0,$$

de sorte que les éléments du tétraèdre sont des fonctions algébriques de ρ_1. La relation précédente est de genre deux; une transformation Cremona la ramène à

$$Y^2 + X(X - a^2)(X - b^2)(X - c^2)(X - d^2) = 0.$$

» Les coordonnées X, Y des points de cette courbe hyperelliptique s'expriment en fonction hyperelliptique de deux paramètres u_1, u_2 reliés par l'équation $\vartheta_{02}(u_1, u_2) = 0$, et les éléments des tétraèdres s'expriment par des fonctions hyperelliptiques de u_1 et u_2.

» On peut déduire de là que, si l'on a $\rho_1 = F(u_1, u_2)$, la relation (1) s'obtient en éliminant u_1, u_2 entre $\rho_1 = F(u_1, u_2)$, $\rho = F(-u_1, -u_2)$, $\mathfrak{S}_{02}(u_1, u_2) = 0$; c'est la généralisation de cette remarque développée par Halphen, à propos des polygones de Poncelet, que toute relation biquadratique symétrique entre ρ et ρ_1 s'obtient en éliminant u entre $\rho = f(u)$, $\rho_1 = f(u + u_0)$, où f est une fonction elliptique particulière. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une dégénérescence du groupe projectif général.* Note de M. F. ENGEL, présentée par M. Picard.

« Le groupe projectif général est-il susceptible de dégénérescence? Question étrange au premier abord, mais qui pourtant a un sens bien déterminé. Je me propose de démontrer comment cette circonstance peut se présenter.

» Commençons par le groupe projectif général du plan. Comme groupe de transformations ponctuelles, il n'est capable d'aucune dégénérescence; mais, d'après M. Lie, il peut être regardé aussi comme groupe de transformations de contact, et alors il en est autrement.

» Sous ce nouveau point de vue, le groupe projectif laisse invariantes deux équations différentielles du second ordre, savoir : $y'' = 0$ et $\frac{1}{y''} = 0$, dont une définit les ∞^2 droites et l'autre les ∞^2 points du plan. Par la transformation de contact :

$$(1)\quad x_1 = \frac{x - y'}{2}, \quad y_1 = \frac{y}{2i} + \frac{1}{8i}(x^2 - 2xy' - y'^2), \quad y'_1 = \frac{x + y'}{2i},$$

les équations différentielles citées prennent la forme $y''_1 = -i$ et $y''_1 = +i$, et en même temps le groupe projectif général du plan se change en un groupe de transformations de contact, dont les transformations infinitésimales ont les fonctions caractéristiques suivantes :

$$(2)\quad \left\{ \begin{array}{c} 1, \quad x_1, y'_1, \quad x_1^2 + y_1'^2, \quad y_1 - \frac{1}{2}x_1 y'_1, \\ x_1(x_1^2 + y_1'^2) - 4y'_1(y_1 - \frac{1}{2}x_1 y'_1), \quad y'_1(x_1^2 + y_1'^2) + 4x_1(y_1 - \frac{1}{2}x_1 y'_1), \\ (x^2 + y'^2)^2 + 16(y_1 - \frac{1}{2}x_1 y'_1)^2. \end{array} \right.$$

» Ce groupe est réel et est doué de la propriété d'être irréductible dans le sens de M. Lie, quand on applique sa notion d'irréductibilité aux groupes *réels* de transformations de contact; cela veut dire que le

groupe (2) ne peut être transformé en un groupe de transformations ponctuelles par une transformation de contact réelle (*Leipriger Berichte*, 1892, p. 291-296).

Le groupe (2) peut dégénérer. Au lieu de y_1 et de y'_1, j'écris λy_1 et $\lambda y'_1$, opération qui équivaut à une nouvelle transformation de contact. Dans toutes les fonctions caractéristiques qui deviennent divisibles par λ, je supprime le facteur λ, et alors, en faisant $\lambda = 0$, je trouve le groupe

$$(3)\quad 1,\ x_1,\ y'_1,\ x_1^2,\ y'_1 - \tfrac{1}{2}x_1y'_1,\ x_1^3,\ y'_1x_1^2 + 4x_1(y_1 - \tfrac{1}{2}x_1y'_1),\ x_1^4,$$

qui est une dégénérescence du groupe (2) et en même temps du groupe projectif général du plan.

Le groupe (3) est un groupe de transformations ponctuelles; en appliquant les significations ordinaires de M. Lie pour les groupes de cette espèce, on peut l'écrire comme il suit :

$$(4)\quad q_1,\ x_1q_1,\ x_1^2q_1,\ x_1^3q_1,\ x_1^4q_1,\ p_1,\ x_1p_1 + 2y_1q_1,\ x_1^2p_1 + 4x_1y_1q_1.$$

» C'est précisément une des formes normales qui ont été établies par M. *Lie* pour les groupes du plan (voir, par exemple, *Théorie des Transfgr.*, t. III, p. 72).

» Ma méthode est applicable au groupe projectif général d'un espace quelconque. Dans l'espace à $n+1$ dimensions, je trouve comme dégénérescence du groupe projectif général le groupe suivant à $n+1$ variables $y_1, x_1, \ldots, x_n$:

$$(5)\left\{\begin{array}{l} q,\ x_iq,\ x_ix_kq,\ x_i\mathrm{S}q,\ \mathrm{S}^2q, \\ p_i,\ \mathrm{U}+2zr,\ x_ip_k - x_kp_i,\ \mathrm{S}p_i - 2x_i\mathrm{U} - 4x_iyq \quad (i,k=1\ldots n)\end{array}\right.$$

où $\mathrm{S} = \Sigma x_i^2$ et $\mathrm{U} = \Sigma x_ip_i$. Ce groupe laisse invariant l'ensemble des ∞^n droites : $x_i = \text{const.}$ et permute ces ∞^n droites $x_i = \text{const.}$ comme le groupe des transformations conformes d'un espace à n dimensions permute les points de cet espace. »

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement de deux points reliés par un ressort.* Note de M. L. **Lecornu**, présentée par M. Marcel Deprez.

« Deux points A et B, mobiles sur une même droite horizontale, sont reliés par un ressort de masse négligeable. Le point A est animé d'un mouvement connu. Le point B, qui possède une masse m, est soumis à

l'action du ressort; il éprouve en même temps une résistance proportionnelle à sa vitesse : quel va être son mouvement? Pour répondre à cette question, appelons a et x les distances, à l'instant t, des points A et B à une même origine fixe marquée sur la droite. La longueur actuelle du ressort est $x - a$. Si donc l désigne sa longueur à l'état libre et f un coefficient constant, la tension de ce ressort est $f(x - a - l)$. La résistance due à la vitesse peut se représenter par $2m\lambda \frac{dx}{dt}$, en appelant λ un autre facteur constant. L'équation du mouvement est donc

$$m\frac{d^2x}{dt^2} + 2m\lambda\frac{dx}{dt} + f(x - a - l) = 0.$$

Posant $\frac{f}{m} = \mu^2$ et $\frac{f(a+l)}{m} = \varphi(t)$, il vient

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\lambda\frac{dx}{dt} + \mu^2 x = \varphi(t).$$

Nous admettrons que λ est inférieur à μ, et nous écrirons $\omega = \sqrt{\mu^2 - \lambda^2}$. L'intégrale générale, mise sous forme réelle, est alors

$$x = e^{-\lambda t}(\mathrm{C}\cos\omega t + \mathrm{C}'\sin\omega t) + \frac{e^{-\lambda t}\sin\omega t}{\omega}\int e^{\lambda t}\cos\omega t\,\varphi(t)\,dt - \frac{e^{-\lambda t}\cos\omega t}{\omega}\int e^{\lambda t}\sin\omega t\,\varphi(t)\,dt,$$

avec les deux constantes arbitraires C et C'.

» Considérons en particulier le cas où le mouvement de A est pendulaire et posons $\varphi(t) = h\sin qt$, ce qui revient à placer l'origine fixe de telle manière que, pour $t = 0$, on ait $a = -l$. Les quadratures s'effectuent sans difficulté, et l'on trouve

$$x = e^{-\lambda t}(\mathrm{C}\cos\omega t + \mathrm{C}'\sin\omega t) + h\frac{(\mu^2 - q^2)\sin qt - 2\lambda q\cos qt}{(\mu^2 - q^2)^2 + 4\lambda^2 q^2}.$$

» Ce résultat met en évidence la superposition de deux mouvements vibratoires. L'un, de période $\frac{2\pi}{\omega}$, s'éteint rapidement à cause du facteur $e^{-\lambda t}$: on peut donc en faire abstraction. L'autre, de période $\frac{2\pi}{q}$, égale à celle du mouvement de A, a pour amplitude $\frac{h}{\sqrt{(\mu^2 - q^2)^2 + 4\lambda^2 q^2}}$, tandis que le mouvement de A a pour amplitude $\frac{h}{\mu^2}$. Les mouvements de B et de A présentent la différence de phase $\varphi = \operatorname{arc\,tang}\frac{2\lambda q}{\mu^2 - q^2}$. Quand μ est égal à q, c'est-à-dire

quand la période vibratoire du ressort est égale à celle de A, la différence de phase est $\frac{\pi}{2}$, quelle que soit la résistance due à la vitesse, pourvu que cette résistance ne soit pas nulle.

» On réalise ainsi la transformation d'un mouvement vibratoire donné en un mouvement de même période, mais de phase différente. Pour créer une résistance proportionnelle à la vitesse du second mouvement, on peut relier le point B à l'extrémité inférieure d'une longue tige verticale oscillante et fixer un écran sur cette tige, près de son point de suspension. L'inertie de ces pièces auxiliaires viendra simplement modifier la masse apparente du point B. La vitesse de l'écran sera très faible, mais proportionnelle à celle de B, et, dans ces conditions, la résistance de l'air sera, comme l'on sait, sensiblement proportionnelle à cette vitesse. Alors, si les vibrations propres du ressort ont même période que celles de A, la différence de phase sera toujours $\frac{\pi}{2}$; si les périodes sont différentes, en faisant glisser plus ou moins l'écran sur la tige, on modifiera à volonté le *décalage*. La résistance proportionnelle à la vitesse s'obtient d'ailleurs, si l'on veut, d'une manière plus rigoureuse, par le procédé employé par M. Marcel Deprez dans son *Tachymètre électromagnétique* et dans son *Compteur d'énergie*, ainsi que par M. Cornu dans son *Système de synchronisation des mouvements pendulaires*.

» Pour que l'amplitude du mouvement de B soit égale à celle du mouvement de A, il faut et il suffit que l'on ait $q^2 = 2\mu^2 - 4\lambda^2$. Dans le cas où μ est égal à q, cette condition se réduit à $\lambda = \frac{\mu}{2}$. Possédant ainsi deux mouvements vibratoires de même amplitude, de même période, et dont les phases diffèrent de $\frac{\pi}{2}$, il est aisé, comme me l'a fait remarquer M. Marcel Deprez, de les composer cinématiquement à angle droit, et le mouvement résultant est alors circulaire et uniforme. La transformation d'un mouvement rectiligne pendulaire en un mouvement circulaire et uniforme se trouve donc obtenue de cette manière. C'est d'ailleurs le problème que M. Marcel Deprez avait en vue lorsqu'il me posa la question qui fait l'objet de cette Note. »

PHYSIQUE. — *Sur un système de deux pendules reliés par un fil élastique.* Note de M. Lucien de la Rive, présentée par M. Poincaré.

« L'action réciproque de deux parties d'un même système solide animées de mouvements périodiques n'a donné lieu qu'à un petit nombre de recherches expérimentales, depuis la découverte par Ellicot de l'influence mutuelle de deux horloges voisines. Savart [1] a fait osciller deux pendules sur des couteaux fixés aux deux extrémités d'une tige métallique horizontale et a observé la communication alternative du mouvement de l'un des pendules à l'autre. J'ai trouvé qu'en reliant les masses de deux pendules de même longueur par un fil de caoutchouc de petite section, restant constamment tendu, on obtient une alternance assez inattendue et très régulièrement périodique de l'amplitude oscillatoire d'un pendule à l'autre.

» La masse pendulaire est un cylindre de plomb, de 8^{cm} de diamètre et de 8^{cm} de haut, pesant 5^{kg}, dans l'axe duquel se trouve un petit cylindre de cuivre dépassant un peu celui du plomb, percé axialement pour recevoir le fil de suspension et muni d'une vis de pression pour le fixer. Le fil de suspension est en acier; il a un diamètre de $0^{mm},7$ et une longueur de $3^{m},67$. Le point de suspension est obtenu par l'insertion du fil dans un cylindre en cuivre à vis de pression, vissé lui-même dans une poutre du plafond. Chacune des extrémités du fil élastique est serrée dans une petite pince portant un anneau dans lequel passe le fil de suspension à sa sortie du cylindre, de manière que la direction de la tension passe forcément par l'axe de la masse. La distance des deux points de suspension est $4^{m},60$. L'amplitude de l'oscillation est mesurée par la projection de l'ombre du fil de suspension sur une règle graduée horizontale placée à $0^{m},84$ audessus du cylindre. Les fils sont en caoutchouc non vulcanisé (pur Para) à section carrée. Les sections sont, pour le n° 1, $0^{mmq},87$ et, pour le n° 2, $3^{mmq},37$. La longueur du fil à l'état normal est de $3^{m},60$ environ.

» La durée de l'oscillation simple (demi-oscillation entre deux points d'arrêt successifs) de chacun des deux pendules oscillant librement est $T_1 = 1^s,92$.

» On met en mouvement le pendule B, sans vitesse initiale, en l'écar-

[1] *L'Institut,* 1re Section, p. 462; 1839.

tant de la verticale de manière à l'éloigner de A dans le plan vertical AB. L'amplitude de B diminue graduellement, tandis que celle de A, partant de zéro, augmente, et le premier minimum de B est presque nul, donnant lieu à un arrêt apparent. L'énergie de B est à cet instant intégralement transmise à A. Puis la transmission inverse se produit et la durée de la période entre deux maxima ou deux minima de chacun des pendules est absolument constante. La durée de l'oscillation pendulaire est très peu moindre que la durée normale T_1; seulement, à chaque minimum, l'oscillation se met en retard sur elle-même de T_1.

» Soient l, m la longueur et la masse du pendule; K, S_0, L le coefficient d'élasticité, la section et la longueur à l'état normal du fil élastique; u_2, u_1 les distances horizontales respectives du centre de gravité de chaque pendule à sa position verticale; d l'allongement du fil correspondant aux positions verticales simultanées; enfin a et b des coefficients plus petits que 1 dus au développement de l'expression $S = S_0\left(1 + \frac{d+u}{L}\right)$ impliquant que la densité reste constante. En ne tenant compte ni de la résistance de l'air, ni d'aucune autre perte d'énergie, on a

$$(1) \qquad m\frac{d^2 u_2}{dt^2} + \frac{mgu_2}{l} + \frac{KS_0}{L}[a(u_2 - u_1) + 6d] = 0,$$

$$(2) \qquad m\frac{d^2 u_1}{dt_2} + \frac{mgu_1}{l} - \frac{KS_0}{L}[a(u_2 - u_1) + 6d] = 0.$$

» Par addition et soustraction des (1), (2), et intégration, on trouve que la somme $u_2 + u_1$ donnant le mouvement du centre de gravité du système est la même oscillation que celle du pendule libre, et que la différence $u_2 - u_1$ est une oscillation de durée moindre, avec une constante très petite. Les conditions initiales étant que A se trouve à l'instant initial dans la position d'équilibre qu'il prend lorsque A et B sont en repos, on obtient

$$(3) \qquad u_2 + e_0 = A_0 \cos\frac{\pi t}{T_3}\cos\frac{\pi t}{T_2},$$

$$(4) \qquad u_1 - e_0 = A_0 \sin\frac{\pi t}{T_3}\sin\frac{\pi t}{T_2},$$

$$T_1 = \pi\sqrt{\frac{l}{g}}, \qquad T_2 = \frac{2T_1}{a\varepsilon}, \qquad \frac{1}{T_3} = \frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2}, \qquad \varepsilon = \frac{KS_0 l}{mgL}e_0 = d6\varepsilon.$$

» Le coefficient d'élasticité K, sensiblement le même pour les deux fils, est $1116,10^4$, en unités C.G.S., $\frac{1}{100000}$ de celui du cuivre. La fraction ε est

petite à cause de la valeur de m, $5,10^3$; A_0 est la constante d'amplitude initiale.

» Les (2), (3) rendent compte de l'amplitude alternative observée, les valeurs de u_2 et u_1 étant doublement périodiques. L'oscillation pendulaire a pour durée T_3 et la durée de la période entre deux maxima d'amplitude est T_2. On voit que, par le changement de signe du coefficient d'amplitude à la demi-période, l'oscillation se met en retard de T_3, et que :

$$\text{de } t = 0 \text{ à } t = \frac{T_2}{2}, \quad u_2 \text{ est en avance sur } u_1 \text{ de } \frac{T_3}{2};$$

$$\text{de } t = \frac{T_2}{2} \text{ à } t = T_2, \quad u_2 \text{ est en retard sur } u_1 \text{ de } \frac{T_3}{2}.$$

» Le rapport de T_1 à T_2 donné par la moitié de εa fournit une vérification. En substituant les valeurs numériques on trouve pour ce rapport, avec le fil n° 1 et $L = 3^m 63$, 0,0063 et, avec le fil n° 2 et $L = 3^m 80$, 0,024, ce qui donne respectivement pour T_2, 308^s et 78^s.

» Les valeurs observées sont : $5^m 5^s$ et $1^m 18^s$ et se trouvent concorder avec celles déduites des équations avec une exactitude qui dépasse la précision des observations.

» Le mouvement des pendules satisfait aux (3), (4) relativement à la périodicité, mais on observe le fait important que : *Les maxima décroissent et les minima croissent de telle manière que les deux pendules tendent à osciller synchroniquement, comme leur centre de gravité, c'est-à-dire comme un système solide rigide, et avec une tension constante du fil élastique.*

» La résistance de l'air seule ne donnerait lieu qu'à une diminution simultanée des maxima et des minima. J'ai été conduit à constater que le fil élastique absorbe une portion de l'énergie qu'il transmet de l'un des pendules à l'autre, absorption qui est due au frottement intérieur et qui se trouve probablement liée à la propriété du caoutchouc de s'échauffer par l'extension.

» Pour constater qu'au bout d'un grand nombre de périodes les deux pendules marchent d'accord, j'ai fixé au fil de suspension, près du cylindre de chaque pendule, un petit miroir dont la surface est trop petite pour altérer le décrément de l'oscillation. Les images de deux lumières sont projetées sur un même écran placé entre les deux pendules, et ces images oscillent comme les pendules eux-mêmes. »

ÉLECTRICITÉ. — *Nouvelle méthode simplifiée pour le calcul des courants alternatifs polyphasés.* Note de M. A. **Blondel**, présentée par M. Cornu.

« La méthode que je vais indiquer a pour but de ramener l'étude des courants polyphasés à une forme aussi simple que celle des courants alternatifs monophasés. Elle a pour point de départ les deux hypothèses simplificatrices suivantes, qui donnent une approximation pratique suffisante :

» 1° Les courants alternatifs varient tous suivant une loi harmonique.

» 2° Le flux tournant produit par un système de courants polyphasés harmoniques, symétriques comme intensités et comme phase, a, grâce à la bonne construction et aux réactions secondaires de la machine, une intensité et une vitesse de rotation assez constantes pour que le flux coupé par une spire d'un quelconque des enroulements polyphasés varie aussi suivant la loi harmonique.

» De ces hypothèses on peut déduire les deux conséquences suivantes, dont la première seule a été déjà indiquée :

» 1° Un flux tournant peut être représenté par un vecteur indiquant la direction suivant laquelle l'induction est maxima à un instant donné et la valeur constante de ce maximum.

» 2° Les courants polyphasés qui le produisent peuvent être aussi remplacés, dans leur ensemble, par un vecteur unique porté sur la même droite que celui du flux, et représentant l'intensité d'un *courant tournant* équivalent traversant le circuit total; de même, l'ensemble des forces électromotrices (ou tensions) alternatives peut être représenté par une seule *force électromotrice* (ou tension) *tournante* ou *vectorielle*.

» Il suffit maintenant de définir les valeurs des courants tournants et les constantes vectorielles applicables aux circuits correspondants, de façon à permettre de conserver sous cette nouvelle forme le plus grand nombre des lois ordinaires des courants alternatifs.

» 1° *Variables vectorielles.* — Soient q le nombre des courants polyphasés employés, I_0 leur amplitude ou intensité maxima, u_0 leur tension maxima mesurée entre chaque conducteur et le conducteur de retour (ou le point neutre qui en tient lieu); je définis tout d'abord l'intensité vectorielle I

et la tension vectorielle U par les deux quantités

(1) $$I = \text{I}_0$$

et

(2) $$U = \frac{q}{2}\text{U}_0 \ (^1).$$

» 2° *Constantes vectorielles d'un circuit symétrique.* — Soit un circuit *symétrique* parcouru par un système de courants polyphasés et dans lequel les diverses branches sont supposées sans induction mutuelle; soient R, L, C, la résistance, la self-induction et la capacité d'une des branches connectées suivant le montage dit *étoilé* et supposées a un ombre de q'; soient r, l, c, les mêmes constantes pour une des branches connectées en polygnone et en nombre égal aux précédentes. On démontre aisément que les constantes vectorielles uniques, R, L, C, qu'on doit adopter pour satisfaire aux équations (1) et (2) en même temps qu'à la loi d'Ohm sont respectivement $\left(\text{en posant } b = 2\sin\frac{\pi}{q'}\right)$,

$$\frac{q'}{2}\left(R + \frac{r}{b^2}\right),\quad \frac{q'}{2}\left(L + \frac{l}{b^2}\right) \quad \text{et} \quad \frac{2}{q'}\left(C + \frac{b^2}{c}\right).$$

» 3° *Constantes vectorielles d'un système à flux tournant.* — Supposons que les branches du circuit soient des bobines de fil disposées de manière à produire un flux tournant (et ayant en général de l'induction mutuelle); soient q' le nombre total de ces bobines supposées équivalentes, et n le nombre de fils extérieurs de l'une de celles d'entre elles qui sont (ou seraient) montées en étoile; le produit $q'n = N$ peut être appelé le *nombre de spires* réduit ou équivalent du système.

» On démontre aisément qu'on peut toujours exprimer la valeur d'un flux Φ en fonction de l'intensité vectorielle I du système qui le produit, et celle de la force électromotrice vectorielle induite E en fonction d'un

(1) On pourrait également poser $I = \text{I}_{\text{eff}}$ et $U = q\,\text{U}_{\text{eff}}$ et remplacer en conséquence dans les définitions suivantes $\frac{q}{2}$ par q, et $\frac{N}{2}$ par N. Mais ce système, bien que très commode, respecte beaucoup moins bien que celui-ci les analogies théoriques. On sait en effet qu'un champ tournant est égal à $\frac{q}{2}$ fois l'amplitude des champs composants, et cela justifie le choix fait ici pour la définition de U.

flux F qui lui donne naissance, par les deux expressions

$$\Phi = \frac{4\pi}{R} IK \tag{3}$$

et

$$E = \frac{k}{4} \frac{2\pi}{T} NF, \tag{4}$$

dans lesquelles R représente une résistance magnétique (ou réluctance) fictive équivalente à celle que devrait avoir le système s'il était réellement parcouru par le courant tournant I, et K et k deux coefficients de correction dont on peut calculer ou mesurer les valeurs une fois pour toutes pour chaque type d'enroulement et qui se réduiraient à l'unité si l'enroulement était composé d'un nombre infini de bobines parcourues par des courants de phases infiniment voisines.

» En comparant ces deux formules (3) et (4) on obtient immédiatement les expressions théoriques du coefficient d'induction mutuelle M de l'ensemble d'un système polyphasé sur un autre et de la self-induction Λ d'un système sur lui-même

$$M = Kk \frac{4\pi}{R} \frac{N_1}{2} \frac{N_2}{2}, \tag{5}$$

$$\Lambda = Kk \frac{4\pi}{R} \left(\frac{N_1}{2}\right)^2, \tag{6}$$

coefficients que j'appellerai *cycliques* pour rappeler qu'ils englobent les réactions mutuelles des bobines d'un même système entre elles ([1]).

» Les simples définitions précédentes permettent de traiter tous les problèmes de courants polyphasés comme s'il s'agissait d'un courant alternatif unique. On peut en effet appliquer aux courants vectoriels toutes les lois ordinaires ainsi que les solutions graphiques, réservées jusqu'ici aux courants alternatifs monophasés, en considérant les vecteurs des intensités et des tensions non plus comme fixes, mais comme tournant avec le flux magnétique ; ces vecteurs se composent évidemment entre eux suivant les règles habituelles. Tout problème de courant monophasé trouve ainsi son équivalent en courant rotatoire par un simple changement d'interprétation des symboles. J'en donnerai un exemple dans une prochaine Note. »

([1]) Leurs valeurs pratiques sont faciles à déterminer expérimentalement en appliquant aux courants vectoriels la même méthode que celle qu'a indiquée M. Joubert pour les courants alternatifs simples.

OPTIQUE. — *L'objectif aplanétique symétrique.* Note de M. **Ch.-V. Zenger**, présentée par M. A. Cornu.

« En examinant la construction de l'œil humain, j'ai eu l'idée de l'imiter pour obtenir des objectifs télescopiques, microscopiques et photographiques. Il m'a paru que les constructeurs de lentilles photographiques s'éloignent des meilleures conditions de correction des images dioptriques, en s'éloignant beaucoup des principes de la construction de l'œil même. En faisant usage de deux sortes de verre, crowns et flints, très différents en réfraction et dispersion, ils introduisent le spectre secondaire et l'astigmatisme. L'œil humain contient des milieux très peu réfringents et dont la dispersion est à peu près identique; les courbures sont disposées de manière à réduire, elles aussi, l'aberration sphérique au minimum, et à détruire l'astigmatisme.

» C'est ce que j'ai cherché à imiter, en faisant usage de deux crowns les moins réfringents et dispersifs, de verre phosphaté plus réfringent et moins dispersif que le crown boraté. Les deux lentilles sont : la première plan-convexe et l'autre plan-concave, donnant à peu près le minimum d'aberration sphérique. C'est ainsi que l'aberration sphérique peut être réduite au minimum et l'apochromatisme exact peut être obtenu pour le système de ces lentilles.

» En faisant usage de la formule approchée, on obtient la condition d'achromatisme

$$0 = \frac{\omega}{p} - \frac{\omega'}{q}\frac{b^2}{p^2}, \qquad \frac{1}{\beta} = \frac{1}{b} - \frac{1}{q}, \qquad \frac{m-1}{m} = \frac{b}{q};$$

d'où il vient

$$\text{(1)} \qquad \frac{m-1}{m} = \sqrt{\frac{\omega}{\omega'}\frac{p}{q}}, \qquad m = \frac{1}{1-\sqrt{\frac{\omega}{\omega'}\frac{p}{q}}}.$$

» Pour l'aberration sphérique, nous avons la condition

$$\mu\lambda - \mu'\lambda'\left(\frac{m-1}{m}\right)^4\frac{q}{p} + \frac{\mu'\nu'}{m}\left(\frac{m-1}{m}\right)^2\frac{q}{p} = 0;$$

mais les lentilles plan-convexe et plan-concave réduisent les termes λ

et λ' au minimum à peu près, qui est l'unité. Donc

$$\mu\lambda = \mu'\lambda' = 1,$$
$$1 - \left(\frac{m-1}{m}\right)^4 \frac{q}{p} + \frac{\mu'\nu'}{m}\left(\frac{m-1}{m}\right)^2 \frac{q}{p},$$

ce qui conduit à la valeur approchée du grossissement du système (m)

$$(2) \qquad \frac{m-1}{m} = \sqrt[4]{\frac{p}{q}},$$

en négligeant le terme très petit $\frac{\mu\nu'}{m}\left(\frac{m-1}{m}\right)^2 \frac{q}{p}$.

» La valeur de $\frac{\omega}{\omega'}$ pouvant être choisie à volonté, on peut satisfaire aux deux équations (1) et (2) à la fois en prenant

$$(3) \qquad \frac{p}{q} = \left(\frac{\omega'}{\omega}\right)^2.$$

» Plus le rapport $\frac{\omega}{\omega'} = \frac{dn'}{n'-1} \cdot \frac{n-1}{dn}$ se rapproche de l'unité, plus le rapport des longueurs focales p et q se rapproche lui aussi de l'unité (1). On a un système de lentilles symétriques, de verres peu différents par leur dispersion et leur réfraction, qui peuvent être considérés comme un système de prismes à angles réfringents renversés et identiques. C'est pourquoi j'ai nommé ces objectifs *apochromatiques symétriques*.

» Ils ont l'avantage de corriger :

» 1° L'achromatisme exactement pour la *longueur entière* du spectre;

» 2° L'astigmatisme à un haut degré;

» 3° Ils réduisent enfin l'aberration sphérique avec une ouverture convenable à la valeur minimum d'une seconde d'arc (2);

» 4° Ils corrigent absolument la courbure du champ. »

---

(1) A la limite on obtient l'apochromatisme du système des lentilles.

(2) Avec l'ouverture $\frac{1}{F} = \frac{1}{20}$ à $\frac{1}{30}$ on a bonne lumière et aplanétisme.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la température des hautes régions de l'atmosphère.* Note de MM. GUSTAVE HERMITE et GEORGES BESANÇON.

« Dans une nouvelle Communication faite à l'Académie dans la séance du 5 février, en réponse à notre Note, M. Alfred Angot, tout en reconnaissant l'utilité de soumettre la formule hypothétique de Mendéléieff à l'épreuve d'observations recueillies en ballon à de grandes altitudes, pense qu'il serait illusoire de tirer, des expériences du 21 mars et 17 septembre 1893, une indication quelconque, favorable ou contraire à telle ou telle hypothèse. M. Angot fait remarquer que, dans l'ascension du 17 septembre le thermomètre marquait, à l'atterrissage, une température trop basse de 10° à 15°; et il en conclut que l'instrument s'était déréglé pendant l'ascension, par suite du travail du métal ou *par toute autre cause*.

» Or on sait que les thermographes ne se mettent point instantanément à la température ambiante, *ils retardent toujours*. La spire de notre thermographe, pendant la descente du ballon, ne se réchauffait pas aussi vite que l'air ambiant, et cet effet était encore accentué par l'emballage de l'instrument qui gênait la circulation de l'air. Les températures indiquées par le diagramme sont donc *trop basses pendant la descente* et *trop élevées pendant l'ascension*. Au retour, nous avons vérifié l'instrument : nous avons constaté qu'il n'avait subi aucun déréglage. Pour avoir la *presque* instantanéité des indications, il serait bon d'avoir recours au principe que Tremeschini a employé dans son ingénieux thermomètre.

» Au cours de sa discussion, M. Angot dit :

» Il est curieux de remarquer que les résultats de la deuxième ascension, si on pouvait les admettre, seraient plutôt favorables à la formule de Mendéléieff. Au départ, à 11^h, on avait une température de 12° et une pression de 760^{mm}; à midi, la température était constante et d'environ —35°; le diagramme du baromètre était déjà interrompu; mais, en le prolongeant, on voit aisément que la pression devait être voisine de 160^{mm}. On en déduit pour la température limite de l'atmosphère —48°, nombre pratiquement identique à celui qui résulte des observations du mont Blanc.

» Il nous semble que nous pourrions aussi bien prolonger la courbe du barographe beaucoup plus haut ou *beaucoup plus bas*. Nous avons donné antérieurement les raisons pour lesquelles nous croyons que l'altitude n'a pas dépassé 11000^m ou 12000^m; nous n'y reviendrons pas.

» Quant au thermographe qui s'est arrêté à — 41°, nous pourrions aussi prolonger le tracé et atteindre ainsi des températures fantaisistes; nous préférons nous en tenir aux faits. D'ailleurs, la température indiquée en haute région doit être, en raison du rayonnement solaire, plutôt trop élevée que trop basse. Nous voyons que les résultats même très incomplets de cette expérience sont loin d'être favorables à l'hypothèse préconisée par M. Angot.

» Quant aux résultats de la première expérience, 21 mars 1893, où la température de — 51° a été enregistrée à 12500^{m} d'altitude, c'est-à-dire fort loin de la limite de l'atmosphère, M. Angot n'en parle même pas, il se borne à supposer que les instruments ont dû être mal réglés.

» Il est vrai qu'un accident de manœuvre avait empêché d'adapter le parasoleil au baro-thermographe. Mais il s'ensuit que les températures indiquées sur le diagramme seraient plutôt trop élevées que trop basses : à peu près justes pendant la phase ascendante, grâce au vent relatif considérable créé par l'ascension de l'aérostat (thermomètre fronde), mais complètement fausses pendant la phase de stagnation, l'instrument se trouvant exposé à l'intense rayonnement solaire des hautes régions, sans aucune ventilation; aussi n'est-il pas étonnant de voir la température s'élever à — 20°.

» En ce qui concerne le réglage des enregistreurs, nous avions pris les plus grandes précautions. Le baromètre avait été soumis, sous la cloche pneumatique, à de longues et patientes épreuves.

» Quant au mode de graduation et de vérification du thermomètre, dans l'acide carbonique liquide, que M. Angot trouve défectueux, c'est le procédé employé par les frères Richard pour graduer leurs thermographes, dont ils plongent les tubes dans des mélanges plus ou moins réfrigérants. Ce sont ces habiles praticiens qui ont construit l'instrument qui nous occupe.

» Assurément, il aurait été préférable, au point de vue du tracé des diagrammes, de faire fonctionner préalablement l'appareil dans une enceinte refroidie par l'acide carbonique liquide; on aurait pu ainsi éviter les manques de traits qui se sont produits dans les deux ascensions. Depuis, nous avons trouvé moyen d'éviter cet accident.

» Actuellement, nous avons en préparation un nouvel *Aérophile*, ballon d'un cube double du précédent qui a été détruit accidentellement. Il permettra, étant gonflé au gaz d'éclairage, d'enlever à 17^{km} de hauteur un

poids beaucoup plus considérable d'instruments. Il y aura, outre le barothermographe, des appareils à maxima et à minima, à inscription sur noir de fumée, qui nous avaient donné d'excellents résultats dans nos premières expériences; il y sera adjoint un appareil à prise d'air, actuellement terminé.

» Nous espérons, par ces moyens, rapporter des documents plus complets sur la haute atmosphère et mesurer rigoureusement les températures qui règnent au delà de 10 000^{m} d'altitude. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la force électromotrice minima nécessaire à l'électrolyse des électrolytes*. Note de M. **Max Le Blanc**.

« Dans son travail *Sur la force électromotrice minima nécessaire à l'électrolyse des sels alcalins dissous* publié dans les derniers *Comptes rendus*, t. CXVIII, n° 4, p. 189, M. Nourrisson a établi et confirmé expérimentalement la loi suivante : « La force électromotrice minima nécessaire à » l'électrolyse d'un sel alcalin dissous est constante, d'une part, pour les » oxysels, d'autre part, pour les sels haloïdes dérivant du même acide. »

» Je me permettrai de faire observer que j'ai déjà trouvé et vérifié expérimentalement ces résultats, il y a près de trois ans, en me basant sur la théorie de la dissociation électrolytique d'Arrhenius (*Zeitschrift physik. Chem.*, t. VIII, p. 299; 1891).

» J'ai déterminé la plus petite force électromotrice nécessaire pour une décomposition visible des électrolytes; pour cela, j'introduisais dans le courant un galvanomètre très sensible et des forces électromotrices exactement connues.

» En partant de 0 volt, de 0^{volt},02 en 0^{volt},02, je pouvais atteindre ainsi telle force électromotrice qui me convenait. Des fils de platine, plongeant dans les liquides à examiner, servaient d'électrodes. Ce n'est qu'à partir d'une certaine force électromotrice que le galvanomètre a marqué une déviation perceptible lorsque l'on augmentait ultérieurement la force électromotrice.

» Cette force électromotrice, une fois atteinte, peut être déterminée ensuite à nouveau dans une série d'expériences, avec une exactitude de quelques centièmes de volt; j'ai appelé le point où cette force est obtenue *point de décomposition* de l'électrolyte. Je donne ci-dessous les valeurs en

volts, obtenues en employant des solutions normales des sels suivants :

	Cl.	Br.	J.	SO_4.	NO_3.	CO_3.
Potassium	1,96	1,61	1,14	2,20	2,17	1,74
Sodium	1,98	1,58	1,12	2,21	2,15	1,71
Lithium	1,86	»	»	»	2,11	»
Calcium	1,89	»	»	»	2,11	»
Strontium	2,01	»	»	»	2,28	»
Baryum	1,99	»	»	»	2,25	»
Ammonium	1,70	1,40	0,88	2,11	2,08	»

» L'ammonium fait une exception facile à expliquer.

» J'ai étudié ensuite différentes bases et différents acides et j'ai trouvé que le *point de décomposition* est le même pour la plupart de ces composés; il possède la valeur de $1^{\text{volt}},70$.

» Pour aucun de ces corps, cette valeur n'est dépassée; pour quelques-uns, elle n'est pas atteinte. On peut interpréter ces faits en supposant que toutes ces décompositions électrolytiques (à point de décomposition constant, $1^{\text{volt}},70$) dépendent du même phénomène, notamment de la décomposition de l'eau. Et, à l'encontre des idées admises, nous ne croyons pas qu'ici la décomposition de l'eau soit un phénomène *secondaire*, mais nous devons conclure qu'il est *primaire*.

» Nous tenons à faire observer qu'il s'agit ici, bien entendu, des décompositions qui s'accomplissent aux électrodes et qu'il n'est nullement question de la conductibilité. Celle-ci n'est pas sensiblement influencée par l'eau.

» Pour les développements relatifs aux expériences et aux conclusions théoriques qui en dérivent, je me permets de renvoyer à mon travail déjà cité et aux deux autres Mémoires qui l'ont suivi (*Zeitschr. f. physik. Chem.*, t. XII, p. 333, 1893; t. XIII, Note 2, 1894). »

Observations sur la Note précédente : des limites de l'électrolyse;
par M. **Berthelot**.

« M. Le Blanc réclame la priorité sur M. Nourrisson pour ses observations, d'après une publication qu'il a faite en 1891. Mais il a oublié de dire que ses expériences et ses mesures concordent exactement avec celles que le lecteur trouvera dans un Mémoire imprimé, en 1882, *Sur les limites*

de l'électrolyse (*Ann. de Ch. et de Phys.*, 5e série, t. XXVII, p. 88). Je demande la permission de rappeler mes observations.

» J'ai établi, par expérience, que dans l'électrolyse d'un sel alcalin, dont l'acide et la base ne sont ni oxydés, ni réduits pendant l'opération, la force électromotrice minima susceptible de déterminer l'électrolyse est sensiblement la somme de deux quantités équivalentes, l'une à la chaleur absorbée par la séparation de l'acide et de la base en solutions étendues, l'autre à la chaleur de décomposition en oxygène et hydrogène de l'eau qui dissout ces corps. Il ne s'agit nullement ici d'une théorie sur la constitution des électrolytes, mais d'une *loi expérimentale, indépendante de toute hypothèse*. Cette loi prouve qu'en fait la force électromotrice mise en jeu dans ces conditions dépend principalement de la différence entre l'état chimique initial et l'état chimique final, défini par la totalité des réactions, tant primaires que secondaires, accomplies par le courant.

» Soit le sulfate de potasse, par exemple, en solution étendue, la somme des deux quantités de chaleur ci-dessus est égale à

$$15^{\text{Cal}},7 + 34^{\text{Cal}},5 = 50^{\text{Cal}},2,$$

lorsque 1^{gr} d'hydrogène est mis en liberté. Si l'on remarque que 1 volt équivaut à $23^{\text{Cal}},2$, la force électromotrice minima qui devra être mise en jeu dans la décomposition du sulfate de potasse sera représentée sensiblement, d'après cette loi, par $2^{\text{v}},16$: j'ai trouvé en fait $2^{\text{v}},20$ (51^{Cal}).

» M. Le Blanc, par un autre procédé, trouve le même chiffre $2^{\text{v}},20$. Ces nombres vérifient exactement le calcul précédent.

» Les mêmes déductions sont applicables, sans y changer un seul mot, à tout sel alcalin, pourvu qu'il ne s'exerce aux pôles aucune action oxydante ou réductrice ([1]). Les valeurs numériques devront même être presque identiques, dans les cas où les chaleurs de neutralisation sont voisines; ce qui arrive pour tous les oxysels formés par les acides forts et les bases fortes, telles que les alcalis; c'est, en effet, ce que j'ai vérifié sur divers exemples, et c'est ce que M. Le Blanc a également confirmé; la loi qu'il prétend s'attribuer ne dit pas autre chose.

» Venons maintenant aux sels haloïdes : mes expériences et l'évaluation de la force électromotrice minima qui s'en déduit sont d'autant plus décisives, qu'elles conduisent au contraire à des valeurs numériques très iné-

---

([1]) Ce qui est le cas de l'ammoniaque que l'oxygène oxyde partiellement.

gales pour les différents sels haloïdes; ce qui est opposé à des opinions fort répandues jusqu'alors parmi les physiciens.

» Soit, en effet, l'électrolyse des fluorures, chlorures, bromures, iodures alcalins, sels que j'ai soumis à mes recherches.

» L'électrolyse des fluorures alcalins peut être présentée dans les mêmes termes que celle des sulfates, c'est-à-dire envisagée comme produite par une force électromotrice minima, équivalente à la somme de la chaleur de décomposition de l'eau et de la chaleur absorbée par la séparation du fluorure en base dissoute et acide fluorhydrique étendu, laquelle est presque la même que pour les sulfates alcalins : soit $34,5+16,3=50^{\text{Cal}},8$ ou $2^{\text{v}},2$. L'expérience (Mémoire cité, p. 98) est conforme à ces données. Ce qui rend leur emploi légitime, c'est que le fluor ne forme pas de composé oxydé sous l'influence de l'électrolyse et n'est pas déplacé par l'oxygène, même électrolytique.

» Au contraire le chlore, dans l'acide chlorhydrique, le brome, dans l'acide bromhydrique, l'iode, dans l'acide iodhydrique, sont déplacés par l'oxygène électrolytique; ou, si l'on aime mieux, ces hydracides sont susceptibles d'électrolyse directe : dans le calcul de la chaleur mise en jeu, les deux énoncés sont équivalents, dès que l'état final est le même, quelle que soit l'hypothèse adoptée pour la constitution des électrolytes. Dès lors, si mes vues sont exactes, la force électromotrice minima nécessaire pour la décomposition électrolytique des chlorures, bromures, iodures alcalins, pourra être calculée, en ajoutant la chaleur absorbée dans l'électrolyse de l'hydracide, avec la chaleur absorbée dans la séparation du sel en base et acide étendus.

» J'ai exécuté ces expériences et j'ai fait ces calculs, en tenant compte de toutes les circonstances, dans le Mémoire précité.

» Pour le chlorure de potassium, le calcul indique $46^{\text{Cal}},7$, c'est-à-dire $2^{\text{v}},01$.

» En fait, j'ai trouvé, en 1882, $1^{\text{v}},98$; M. Le Blanc, en 1891, $1^{\text{v}},96$; M. Nourrisson, en 1894, $1^{\text{v}},94$.

» Pour le bromure de potassium, le calcul indique $40^{\text{Cal}},3$, c'est-à-dire $1^{\text{v}},74$.

» En fait, j'ai trouvé, en 1882, $1^{\text{v}},73$; M. Le Blanc, en 1891, $1^{\text{v}},60$; M. Nourrisson, en 1894, $1^{\text{v}},74$.

» Pour l'iodure de potassium, le calcul indique $26^{\text{Cal}},9$, c'est-à-dire $1^{\text{v}},16$.

» En fait, j'ai trouvé, en 1882, $1^{\text{v}},16$; M. Le Blanc, en 1891, $1^{\text{v}},14$; M. Nourrisson, en 1894, $1^{\text{v}},15$.

» L'accord est donc complet dans tous les cas entre le calcul et l'expérience.

» Ces valeurs, d'après les explications précédentes, doivent être applicables aux sels des bases alcalines, dont la chaleur de neutralisation par les hydracides est sensiblement la même que celle de la potasse : c'est, en effet, ce que vérifient les mesures de M. Le Blanc et de M. Nourrisson.

» D'après ces faits et beaucoup d'autres, étudiés dans mon Mémoire, l'accord entre les données électriques et les données thermochimiques relatives aux limites de l'électrolyse est aussi satisfaisant qu'on peut l'espérer. Un tel accord montre une fois de plus que, si la proportionnalité entre les forces électromotrices et les quantités de chaleur mises en jeu n'est pas tout à fait rigoureuse, cependant elle se vérifie approximativement; à cette double condition, pourtant, que les réactions chimiques *réelles* produites dans l'électrolyse soient définies exactement, et, en outre, qu'elles s'exercent sans changement d'état physique dans des milieux homogènes, comme il arrive pour les expériences actuelles; ou bien avec des changements physiques compensés, comme on l'observe dans la pile de Daniell.

» Les citations que j'ai faites établissent d'ailleurs que les faits et les lois relatifs à la force électromotrice minima avaient été signalés, il y a douze ans, sans aucune intervention de l'hypothèse de dissociation électrolytique d'Arrhenius : quelque opinion qu'on ait sur cette dernière, elle est étrangère à la découverte. En tout cas, la concordance entre les mesures exécutées par des observateurs qui ont opéré par des méthodes et dans des vues très différentes est remarquable; c'est donc, en dehors de toute discussion théorique, une confirmation expérimentale frappante des déductions thermochimiques. »

CHIMIE. — *Sur la fusibilité des mélanges isomorphes de quelques carbonates doubles*. Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« M. Berthelot, au cours d'une étude sur les chaleurs de formation des mélanges salins obtenus par fusion ignée, a signalé l'existence de carbonates doubles alcalins et alcalino-terreux. J'ai pensé que ces sels pourraient fournir un nombre assez grand de composés isomorphes dont les mélanges seraient intéressants à étudier. L'expérience m'a montré que les carbonates de potasse et de soude donnaient facilement, par fusion avec

les carbonates de baryte, de strontiane et de chaux, des sels doubles bien cristallisés et isomorphes. Leur formule est représentée en équivalents par la formule

$$M'O, M''O, C^2O^4.$$

Ils sont facilement clivables; les lames de clivage examinées en lumière convergente sont uniaxes négatives, l'axe étant perpendiculaire au plan de clivage. Ces composés se conservent sans altération à l'air; chauffés au-dessus de leur point de fusion, ils se décomposent facilement en abandonnant de l'acide carbonique. Les composés renfermant de la baryte sont, contrairement aux prévisions, plus facilement décomposables que ceux qui renferment de la chaux.

» Le carbonate de lithine, malgré les analogies que lui attribue la classification de Mendéleef, ne peut, dans ces combinaisons, se substituer aux carbonates alcalins proprement dits; il se combine, au contraire, avec eux à la façon des carbonates alcalino-terreux.

» Le Tableau ci-dessous donne les températures de cristallisation de mélanges ternaires renfermant du carbonate de soude associé aux trois carbonates alcalino-terreux, et de mélanges quaternaires renfermant les carbonates de potasse et de soude associés aux carbonates de chaux et baryte :

Mélanges ternaires............	$NaO, (Ca, Sr, Ba)O, C^2O^4$
» quaternaires	$(Na, K)O, (Ca, Ba)O, C^2O^4$

» Le nombre des mélanges étudiés a été de 36; je donnerai les résultats obtenus pour les 12 premiers, dans lesquels les rapports des nombres de poids équivalents en présence étaient exprimés par des fractions simples.

Nombres d'équivalents de chaque sel.

NaO, CO^2 ...	1	1	1	»	»	1	1	1	»	0,5	0,5	0,5
KO, CO^2.....	»	»	»	1	1	»	»	»	1	0,5	0,5	0,5
CaO, CO^2 ...	1	»	»	1	»	0,5	0,5	»	0,5	1	»	0,5
CrO, CO^2....	»	1	»	»	»	0,5	»	0,5	»	»	»	»
BaO, CO^2....	»	»	1	»	1	»	0,5	0,5	0,5	»	1	0,5
Température.	790	750	740	790	800	720	660	720	755	760	780	690

» Les résultats de ces expériences peuvent être traduits graphiquement de la façon suivante. On sait que l'on peut représenter la composition d'un mélange ternaire par un point pris dans l'intérieur d'un triangle équilatéral. En effet, la somme des perpendiculaires abaissées d'un point quel-

conque sur chacun des côtés étant constante, si l'on fait cette somme égale à 100, les grandeurs de chacune des perpendiculaires peuvent être prises pour représenter la proportion centésimale de chacun des corps contenus dans le mélange correspondant au point considéré. En élevant par ce point une perpendiculaire au plan dont la longueur soit proportionnelle à la température de fusion du même mélange, le lieu de ces points sera une surface représentative de l'ensemble du phénomène. Le mélange quaternaire que j'ai étudié peut être représenté de la même façon par des points pris à l'intérieur d'un carré.

» Je mets sous les yeux de l'Académie des modèles en plâtre des surfaces ainsi obtenues; ces surfaces peuvent être représentées graphiquement par les projections horizontales de leurs courbes de niveau. Les deux figures ci-dessous donnent ces courbes de niveau de 30° en 30°.

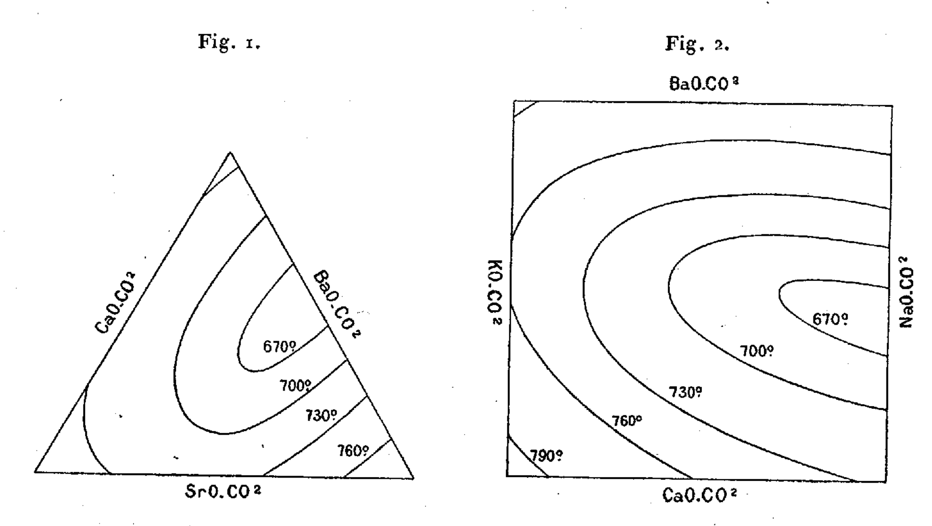


Fig. 1. Fig. 2.

» Les expériences sur la fusibilité des mélanges isomorphes binaire, ternaire et quaternaire qui ont été données dans cette Communication et dans la précédente conduisent aux conséquences suivantes : Pour tous les mélanges dont l'isomorphisme a pu être contrôlé expérimentalement, c'est-à-dire pour les cinq premiers mélanges binaires qui avaient antérieurement été étudiés optiquement par M. Wyrouboff et pour les mélanges ternaires et quaternaires de carbonates doubles, les courbes et surfaces sont absolument continues sans aucun point anguleux. Les mélanges du chlorure de potassium avec le chlorure de sodium et peut-être aussi l'iodure de potassium, donnant un point anguleux, ne sauraient être considérés comme isomorphes; l'isotropie des cristaux cubiques ne permet d'ailleurs pas

de l'établir directement par les méthodes optiques. Il n'a pas été possible non plus de séparer, pour les analyser, les cristaux qui se forment au début de la cristallisation, parce que le liquide fondu qui les imprègne se solidifie tout de suite par le refroidissement.

» On peut cependant se faire une idée des compositions relatives de la masse liquide et des cristaux qui s'en séparent en suivant la marche du refroidissement. Dans certains cas, la température reste stationnaire jusqu'à la solidification complète; on est assuré alors que la composition des cristaux est identique à celle du liquide, car la cristallisation progressive n'amenant aucun changement dans la composition du liquide ne peut modifier sa température de cristallisation. Les mélanges qui jouissent de cette propriété, et qui ont été appelés par Guthrie, dans le cas des alliages métalliques, *mélanges eutectiques*, sont ceux dont le point de fusion est minimum, c'est-à-dire ceux qui correspondent au point de la courbe où la tangente est horizontale. Il y a toujours, parmi les mélanges de deux corps au moins, l'un d'eux qui jouisse de cette propriété. La même propriété paraît, en outre, pouvoir appartenir, au moins comme cas limite, à toute série de mélanges isomorphes dont la chaleur de formation serait nulle. Dans ce cas, la courbe des points de fusion serait une droite réunissant les points de fusion de chacun des corps isolés. Cette dernière condition est sensiblement remplie pour les mélanges de sulfate et de chromate de potasse; pour eux tous aussi la température de solidification reste sensiblement invariable.

» Pour les autres mélanges la température de solidification s'abaisse au fur et à mesure de la cristallisation et descend finalement jusqu'à la température de solidification du mélange eutectique. Cela prouve que les cristaux qui se forment ont une composition différente du liquide, et que la différence se produit dans un sens tel que la composition de la partie restée liquide se rapproche du mélange eutectique. Ce phénomène est identique à celui qui produit la liquation des alliages métalliques. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la transformation allotropique du fer sous l'influence de la chaleur*. Note de M. **Georges Charpy**, présentée par M. Henri Moissan.

« J'ai indiqué, dans une Note précédente, que le fer semblait subir, sous l'influence d'une déformation permanente à froid, une transformation allotropique caractérisée par l'existence d'un palier rectiligne dans la

courbe fournie par l'essai de traction et représentant les allongements en fonction des charges.

» Si l'on adopte la notation proposée par M. Osmond, en désignant les deux états sous le nom de *fer* α et *fer* β, on constatera qu'une tige de métal est à l'état de fer α si l'on obtient une courbe à palier dans l'essai de traction. Une courbe continue caractérisera, au contraire, le fer β. Enfin, si une tige de métal contient simultanément les deux variétés, on pourra avoir une idée des proportions respectives de fer α et de fer β en comparant la longueur du palier de la courbe de traction avec celle qui sera relative à un autre barreau du même métal, ramené préalablement à l'état de fer α par un recuit convenable.

» J'ai appliqué cette méthode d'investigation à l'étude de la transformation du fer sous l'influence de la chaleur. Le fer α, chauffé à une température suffisamment élevée, se transforme en fer β, mais la transformation est réversible et disparaît dans le refroidissement. Pour la maintenir, il faut produire un refroidissement brusque, c'est-à-dire tremper le métal dans un liquide froid.

» Les barreaux étudiés étaient des barreaux cylindriques de $13^{mm},8$ de diamètre, de 100^{mm} de longueur entre repères et munis de têtes tournées. Ces barreaux étaient chauffés dans un moufle électrique spécial. Ce moufle est formé d'un tube en terre réfractaire, de 20^{cm} de diamètre et de 60^{cm} de long, entouré d'un fil de platine dans lequel on fait passer un courant électrique réglé par un rhéostat. Le tout est enveloppé d'une épaisse couche d'amiante.

» Dans ces conditions, on peut obtenir sur une longueur d'environ 20^{cm} une température comprise entre 500° et 1300° suffisamment constante pour que l'indication d'un pyromètre Le Chatelier ne varie pas pendant plusieurs heures.

» Lorsque le barreau était amené à la température voulue, on redressait verticalement ce moufle, qui est monté sur pivot, et on laissait tomber le barreau dans le bain de trempe placé au-dessous. Dans ces conditions, on peut admettre que la température du barreau n'a pas varié sensiblement avant d'arriver au contact du liquide froid. Les barreaux étaient soumis ensuite à l'essai de traction.

» Voici quelques-uns des résultats ainsi obtenus :

Acier extra-doux, 0,12 pour 100 de C.	Longueur du palier rectiligne (¹).	Charge de rupture (²).	Allongement après rupture (³).
Non trempé	7,5	44,5	31,2
Chauffé 5^m (⁴) à 700° et trempé à l'huile.	7,4	45,1	31,3

(¹) Mesurée en centimètres sur la courbe de l'enregistreur, correspondant à une amplification d'environ $\frac{20}{1}$.

(²) En kilogrammes par millimètre carré de section primitive.

(³) Allongement pour 100 sur une longueur de $0^m,10$.

(⁴) Nombre de minutes pendant lequel la température a été maintenue constante.

Acier extra-doux, 0,12 pour 100 de C.	Longueur du palier rectiligne.	Charge de rupture.	Allongement après rupture.
Chauffé 60^{m} à 700° » ..	7,1	46,0	31,5
Chauffé 5^{m} à 750° » ..	7,5	45,4	28,2
Chauffé 30^{m} à 750° » ..	5,5	48,4	29,2
Chauffé 60^{m} à 750° » ..	4,8	49,9	29,3
Chauffé 10^{m} à 800° » ..	0,0	57,8	22,7
Chauffé 10^{m} à 900° » ..	0,0	58,9	19,4
Acier mi-dur, 0,58 pour 100 de C.			
Non trempé........................	3,8	58,4	26,5
Chauffé 60^{m} à 700° et trempé à l'huile..	3,7	57,8	24,6
Chauffé 5^{m} à 750° » ..	3,6	58,6	25,1
Chauffé 30^{m} à 750° » ..	0,0	74,6	13,6
Chauffé 60^{m} à 750° » ..	0,0	73,6	14,8
Chauffé 10^{m} à 830° » ..	0,0	84,3	7,6
Acier dur, 0,8 pour 100 de C.			
Non trempé........................	2,2	72,4	18,8
Chauffé 60^{m} à 700° et trempé à l'huile..	2,1	72,8	17,8
Chauffé 5^{m} à 750° » ..	2,1	73,7	18,1
Chauffé 30^{m} à 750° » ..	0,0	88,8	7,6
Chauffé 60^{m} à 750° » ..	0,0	96,3	8,1
Chauffé 10^{m} à 800° » ..	0,0	117,2	7,6
Chauffé 10^{m} à 1000° » ..	0,0	118,0	2,8

» On peut tirer de là les conclusions suivantes :

» La transformation allotropique du fer se produit spontanément à une température suffisamment élevée; elle peut être maintenue par un refroidissement brusque et intervient, par suite, dans le phénomène de la trempe.

» La transformation s'effectue avec une vitesse d'autant plus grande que la température est plus élevée. On voit, par exemple, que pour l'acier dur, contenant 0,8 pour 100 de carbone, la transformation n'est pas commencée après une heure de chauffe à 700° ou cinq minutes de chauffe à 750°, mais qu'elle est complète après trente minutes de chauffe à 750° ou après cinq minutes de chauffe à 800°.

» Les autres aciers conduisent à des résultats analogues. Dans les opérations métallurgiques, il y a donc lieu de tenir compte non seulement de la température, mais aussi de la durée pendant laquelle agit cette température.

» Ces expériences montrent donc que, dans la trempe, le fer subit une transformation que peut également produire l'écrouissage à froid, mais

elles n'indiquent pas que cette transformation soit la cause du durcissement de l'acier. D'autres expériences actuellement en cours permettront peut-être de mettre en évidence les influences respectives des transformations du fer et du carbone. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Constitution de l'orcine.* Note de M. de **Forcrand.**

« Comparons les différentes valeurs thermiques des fonctions des phénols que j'ai étudiés jusqu'ici :

	Cal
Phénol ordinaire solide + Na sol. = H gaz + phénol sodé	+39,10
Pyrocatéchine sol. + Na sol. = H gaz + pyrocatéchine monosodée sol.	+44,29
Pyrocatéchine monosodée sol. + Na sol. = H gaz + pyrocatéchine disodée sol	+33,76
Soit pour 2 Na... +78,05 ; moyenne...	+39,025
Résorcine sol. + Na sol. = H gaz + résorcine monosodée sol.........	+38,70
Résorcine monosodée sol. + Na sol. = H gaz + résorcine disodée sol...	+38,50
Soit pour 2 Na... +77,20 ; moyenne...	+38,60
Hydroquinon sol. + Na sol. = H gaz + hydroquinon monosodé sol....	+39,15
Hydroquinon monosodé sol. + Na sol. = H gaz + hydroquinon disodé sol	+35,57
Soit pour 2 Na... +74,72 ; moyenne...	+37,36
Orcine sol. + Na sol. = H gaz + orcine monosodée sol..............	+40,23
Orcine monosodée sol. + Na sol. = H gaz + orcine disodée sol.......	+39,13
Soit pour 2 Na... +79,36 ; moyenne...	+39,68
Pyrogallol sol. + Na sol. = H gaz + pyrogallol monosodé sol.........	+41,34
Pyrogallol monosodé sol. + Na sol. = H gaz + pyrogallol disodé sol...	+39,09
Pyrogallol disodé sol. + Na sol. = H gaz + pyrogallol trisodé sol	+35,66
Soit pour 3 Na... +116,09 ; moyenne...	+38,70

» Mettons à part l'hydroquinon, qui appartient à la série para, et pour lequel les déterminations sont d'ailleurs moins certaines. Les cinq autres phénols fournissent une valeur moyenne sensiblement constante, comprise entre des nombres dont la différence ne dépasse pas 1^{Cal}. La moyenne de ces valeurs est précisément + 39,05, c'est-à-dire celle que donne le phénol ordinaire (+ 39,10). En particulier, la moyenne des valeurs de l'orcine dépasse à peine ces nombres (+ 39,68).

» En outre, il semble que les deux fonctions de l'orcine ne peuvent être ni contiguës ni en position para.

» Elles ne sont pas contiguës, car on ne retrouve pas pour ce phénol la

grande différence de $+10^{Cal},53$, qui distingue en apparence les deux fonctions de la pyrocatéchine mesurées successivement, mais seulement un écart beaucoup plus faible de $+1^{Cal},10$. Elles ne peuvent être en position para, ce mode de groupement fournissant, d'après ce que nous apprend l'hydroquinon, les deux caractères suivants : différence plus grande entre les deux valeurs (+ 3,58), et diminution notable de la valeur moyenne (+ 37,36 au lieu de + 39,10).

» Ces expériences confirment donc les hypothèses faites jusqu'ici sur la constitution de l'orcine, dont les fonctions ne sont ni ortho ni para; elles sont donc en position méta, comme dans la résorcine.

» Elles nous apprennent en outre :

» 1° Que les deux valeurs des fonctions, mesurées successivement, ne sont pas tout à fait identiques (différence + 1,10);

» 2° Que la valeur moyenne dépasse un peu celle du phénol ordinaire (+ 39,68 au lieu de + 39,10);

» 3° Que l'excès d'acidité paraît dû seulement à la première fonction (+ 40,23), la seconde reproduisant très exactement la valeur du phénol ordinaire (+ 39,13).

» Ces différences, très faibles du reste, ne sont pas encore explicables, en raison du petit nombre de faits de cet ordre actuellement connus. Remarquons cependant qu'elles se retrouvent beaucoup plus marquées dans la série des acides, tandis qu'elles sont négligeables dans la famille des alcools. Elles sont peut-être en rapport avec l'aptitude bien caractérisée des sels à former des sels doubles, tandis que les alcoolates n'en donnent pas; les phénols, intermédiaires comme acidité entre les alcools et les acides, possèdent déjà cette faculté. Peut-être faudrait-il admettre que les molécules des diphénols et surtout des diacides se doublent au moment de la première saturation. Mais cette hypothèse ne peut être appuyée sur des différences aussi faibles que celles que fournit l'orcine ; il convient, pour lui donner une forme acceptable, d'attendre qu'un grand nombre de faits semblables aient été précisés pour les divers diphénols et surtout pour les diacides. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthylphénols*. Note de MM. **A. Béhal** et **E. Choay**, présentée par M. Friedel.

« Dans le travail que nous poursuivons pour arriver à connaître la composition de la créosote officinale, nous avons été amenés à reprendre l'étude des éthylphénols. On trouve, décrits dans la littérature chimique,

trois éthylphénols. Le premier, désigné sous le nom de *α-éthylphénol*, fond à 46° et bout à 214°-215°; il se colore en bleu gris par le perchlorure de fer (Beilstein et Kuhlberg, *Liebig's Ann.*, t. CLVI, p. 211; Fittig et Kiesow, *Liebig's Ann.*, t. CLVI, p. 251). Le second est désigné sous le nom de *o.éthylphénol* ou aussi sous le nom de *phlorol*, à cause de sa production dans la distillation de l'acide phlorétique; il est liquide et bout à 206°-208°, d'après MM. Suida et Plohn (*Monats.*, t. I, p. 175), ou à 212°, d'après MM. Beilstein et Kuhlberg (*Liebig's Ann.*, t. CLVI, p. 211); il se colore en vert bleu par le perchlorure de fer. Le troisième est considéré comme le *p-éthylphénol;* il est liquide, bout à 204°-215°, se colore en vert sale par le perchlorure de fer (Errera, *Gazz. chem. ital.*, t. XIV, p. 484; Auer, *D. chem. G.*, t. XVII, p. 670).

» Nous avons employé, pour la préparation de ces phénols, la diazotation des amines en liqueur sulfurique. Cette méthode donne généralement, du premier coup, les phénols à l'état de pureté et, de plus, nous pouvions facilement obtenir l'ortho et la para-éthophénylamine au moyen de la méthode indiquée par MM. Beilstein et Kuhlberg.

» Le corps fondamental est l'éthylbenzène, que l'on peut obtenir avec un rendement de 90 pour 100, au moyen de la méthode de MM. Friedel et Crafts, en se servant de bromure d'éthyle, de benzène et de chlorure d'aluminium.

» La nitration donne les dérivés nitrés ortho et para, qu'on réduit à l'état de mélange par le fer et l'acide acétique. Les amines sont acétylées soit par l'acide, soit par l'anhydride acétique; puis les amides sont séparés par un traitement à l'eau; le composé para moins soluble se dépose le premier; l'ortho reste en solution; on évapore la solution pour le faire cristalliser.

» Pour obtenir ces deux dérivés à l'état de pureté, il convient de faire cristalliser le dérivé ortho dans l'alcool, le dérivé para dans le benzène. Le dérivé acétylé ortho fond à 111°-112°; le dérivé acétylé para fond à 92°.

» Il suffit de chauffer ces amides à l'ébullition avec l'acide chlorhydrique, pour que la saponification se fasse rapidement.

» Les amines sont mises en liberté par la soude; elles bouillent : l'ortho, à 215°-216°, sous 769mm; la para, à 216°-216°,5, sous 769mm.

» *Para-éthylphénol* $\underset{(1)}{C^2H^5}-C^6H^4-\underset{(4)}{OH}$. — La diazotation de la para-éthophénylamine a donné un phénol solide fondant à 45°-46°, bouillant à 215°-216°, se colorant avec le perchlorure de fer en un bleu tirant sur le violet.

» Il est soluble dans l'eau chaude, mais peu soluble dans ce solvant froid; il est très soluble dans l'alcool, l'éther et le benzène.

» Il est donc identique au corps désigné sous le nom d'*α-éthylphénol*, et complètement distinct du corps connu sous le nom de *para-éthylphénol*.

» Il donne avec le chlorure de benzoyle, par la méthode à froid en présence de soude, un benzoate distillant à 328°, et cristallisant très bien dans l'alcool à 95°, en lamelles semblables au stilbène, fusibles à 59°-60°.

» *Ortho-éthylphénol* $\underset{(1)}{C^2H^5}-C^6H^4-\underset{(2)}{OH}$. — L'ortho-éthophénylamine, étant diazotée, donne un phénol liquide, bouillant à 202°-203° (régénéré du benzoate), de densité à 0° = 1,0371, se colorant avec le perchlorure de fer en un bleu violet. Il donne, par la méthode indiquée plus haut, un benzoate distillant à 314°, et cristallisant dans l'alcool en gros cristaux fusibles à 39°.

» *Méta-éthylphénol* $\underset{(1)}{C^2H^5}.C^6H^4-\underset{(3)}{OH}$. — Pour préparer la méta-éthylphénol, nous nous sommes servis du procédé qui a été utilisé pour préparer le méta-crésylol au moyen de la para-toluidine. Pour cela, on a nitré le dérivé acétylé de la para-éthophénylamine, on a saponifié son groupement acétylé au moyen de l'acide chlorhydrique, puis on a enlevé le groupement amine par le nitrite d'amyle en solution sulfurique en présence d'alcool absolu.

» On s'est alors trouvé en présence de méta-nitroéthylbenzène qu'on a transformé par le fer et l'acide acétique en méta-aminoéthylphène. On a enfin diazoté cette amine en liqueur aqueuse sulfurique pour obtenir le phénol correspondant.

» Voici sommairement les propriétés de chacun des termes de passage de cette réaction.

» *Éthyl* 1, *nitro* 3, *éthanamido* 4 *phène*

$$\underset{(1)}{C^2H^5}.C^6H^3\begin{cases} \overset{(4)}{Az}H.CO.CH^3 \\ \underset{(3)}{AzO^2}. \end{cases}$$

» La nitration se fait en ajoutant dans l'acide nitrique fumant (D = 1,475) refroidi dans la glace, de petites quantités de para-éthanamidoéthylphène. On attend, pour faire une nouvelle addition, que l'acide se soit décoloré. La nitration terminée, on précipite par l'eau la solution nitrique; on sépare le composé huileux, qui s'est précipité d'abord; quand il a pris l'état cristallin, on le lave et on le sèche. Ce corps est très soluble dans l'alcool et le benzène; il cristallise dans la ligroïne en longues aiguilles jaune pâle, il fond à 45°; saponifié par l'acide chlorhydrique, il donne l'amine correspondante

$$\underset{(1)}{C^2H^5}-C^6H^3\begin{cases} AzH^2 & (4) \\ AzO^2 & (3) \end{cases} \qquad \text{fusible à } 43°\text{-}44°,$$

très soluble dans la plupart des solvants organiques.

» L'enlèvement du groupe AzH^2 par le nitrite d'amyle se fait sans difficulté; on obtient le méta-nitroéthylphène sous la forme d'un liquide presque incolore, bouillant à 242°-243°; sa densité, à 0°, est égale à 1,1345; il possède une odeur très accentuée de cumin. La réduction par le fer et l'acide acétique donne l'amine $\underset{(1)}{C^2H^5}-C^6H^4-\underset{(3)}{AzH^2}$: c'est un liquide bouillant à 214°-215°, ayant pour densité à 0°,

0,9896. Cette amine donne un dérivé acétylé bouillant à 312°-313° et fondant à 24°-25°. L'amine diazotée a donné un phénol bouillant à 214°, cristallisant dans le chlorure de méthyle et fondant vers — 4° (régénéré du benzoate). Il donne, avec le perchlorure de fer, une coloration violette. Il fournit un benzoate cristallisant très bien dans l'alcool, fusible à 52°, bouillant à 322°. Avec l'anhydride acétique, il forme un acétate liquide possédant une odeur agréable de fruit. Cet éther acétique bout à 222°-223°; sa densité, à 0°, est égale à 1,0403.

» *En résumé*, le corps désigné sous le nom d'α-éthylphénol est identique au para-éthylphénol, qui n'a rien de commun avec celui qui a été décrit par MM. Errera et Auer.

» L'ortho-éthylphénol possède en réalité un point d'ébullition situé moins haut que celui qu'on lui attribue; il bout à 202°-203°.

» Le méta-éthylphénol est un liquide bouillant à 214° et ayant pour densité, à 0°, 1,0403.

» Les éthers benzoïques de ces phénols se prêtent commodément soit à les caractériser, soit à les purifier. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la multirotation des sucres*. Note de M. **P.-Th. Muller**, présentée par M. Friedel.

« On sait que la plupart des sucres en solution aqueuse présentent le phénomène de la multirotation, c'est-à-dire que le pouvoir rotatoire de la substance varie avec le temps. La température restant constante, le pouvoir rotatoire possède, aussitôt après la dissolution, une certaine valeur, laquelle diminue, en général, plus ou moins vite, pour devenir invariable, ordinairement au bout de vingt-quatre heures.

» De nombreuses hypothèses ont été émises pour expliquer la cause de cette multirotation; les uns admettent une hydratation plus ou moins rapide de la molécule, les autres une hydratation immédiate suivie d'une déshydratation progressive; d'autres enfin pensent que la substance conserve en dissolution une certaine structure cristalline qu'elle ne perd que peu à peu.

» Quoi qu'il en soit, on peut se rendre compte de la variation de la rotation et trouver la loi qui la régit en supposant que pendant toute la durée du phénomène, on n'a affaire qu'à *deux* modifications du sucre considéré (quelle qu'en soit d'ailleurs la nature), chacune de ces modifications ayant une rotation spécifique bien déterminée. A mesure que la modification instable A se transformera en la modification stable B, la rotation variera

elle-même; soient ρ le pouvoir rotatoire spécifique de B, $a\rho$ le pouvoir rotatoire de A, rapportés tous deux à la substance anhydre; supposons qu'on ait dissous p grammes de matière dans V centimètres cubes; qu'on observe la rotation dans un tube de l décimètres, enfin que l'on compte le temps à partir du moment de la dissolution; on lit l'angle α au temps θ; si l'on appelle x la masse de A et y la masse de B, au temps θ, on a l'équation

$$\alpha = \frac{a\rho x l}{V} + \frac{\rho y l}{V}$$

avec

$$x + y = p,$$

d'où

$$\alpha = [(a-1)x + p]\frac{\rho l}{V}.$$

» Introduisons dans le calcul l'angle final α_n que l'on peut déterminer avec une grande rigueur; on a

$$\alpha_n = \frac{p\rho l}{V},$$

par suite

$$\alpha = \alpha_n\left[1 + \frac{(a-1)x}{p}\right] \quad \text{ou} \quad \frac{(a-1)x}{p} = \frac{\alpha}{\alpha_n} - 1,$$

équation donnant la quantité x de matière instable qui est transformée au temps θ.

» Il est naturel d'admettre que la quantité dx qui se transforme pendant le temps infiniment petit $d\theta$ est proportionnelle à la masse x qui existe encore à ce moment θ,

$$dx = -C'x\,d\theta,$$

C′ désignant un facteur constant positif, d'où

$$\frac{dx}{x} = -C'\,d\theta.$$

» En intégrant et appelant x_0 la quantité transformée au temps θ_0 (correspondant à une rotation α_0), on a

$$C' = \frac{1}{\theta - \theta_0}\log.\,\text{nép.}\,\frac{x_0}{x},$$

et en tenant compte de l'équation établie plus haut et remplaçant les logarithmes népériens par les logarithmes vulgaires

$$C = \frac{1}{\theta - \theta_0}\log\frac{\alpha_0 - \alpha_n}{\alpha - \alpha_n}.$$

» L'expérience montre qu'il existe effectivement une constante; elle

confirme par conséquent les hypothèses et les déductions qui précèdent.

» MM. Parcus et Tollens [1] ont étudié avec beaucoup de soin la variation du pouvoir rotatoire des sucres dans les premières heures qui suivent leur dissolution, sans tirer toutefois de leurs expériences aucune conclusion théorique. A l'aide des courbes et des Tableaux donnés par ces savants, il a été facile de calculer la constante C.

» Nous avons pris, en général, pour θ_0 le moment même de la dissolution, et nous avons obtenu la valeur correspondante α_0, en prolongeant jusqu'à l'axe des ordonnées les courbes très régulières de Parcus et Tollens. L'origine des temps n'est pas connue avec une entière certitude, puisque la dissolution de la matière n'est pas instantanée; dans la majorité des cas cette cause d'erreur est petite, ainsi que le prouve la constance des valeurs trouvées pour C.

» Voici un exemple concernant l'arabinose [2]. Les expériences ont été toutes faites à 20°.

θ minutes.	α [3].	C.	θ minutes.	α.	C.
0	184° (α_0)	»	17	129,74	0,0294
9	147,54	0,0297	20	125,16	0,0294
10	143,98	0,0305	25	119,05	0,0296
11	141,44	0,0303	30	114,47	0,0302
12	138,89	0,0304	40	109,72	0,0298
13	137,37	0,0296	55	106,50	0,0296
14	135,16	0,0295	75	104,89	0,0334
15	133,13	0,0296	∞	104,64 (α_n)	»

Moyenne de C 0,0301

» Une autre expérience nous donne $C = 0,0293$.

» Pour les autres sucres, nous nous contenterons de donner la valeur des constantes et celle du rapport $\frac{\alpha_0}{\alpha_n}$.

Nom de la substance.	Valeur de la constante C. I.	II.	Moyenne.	$\frac{\alpha_0}{\alpha_n}$.
Arabinose	0,0301	0,0293	0,0297	1,7585
Xylose	0,0190	0,0213	0,0201	4,77

---

(1) *Lieb. Ann.*, t. CCLVII, p. 160-178; 1890.

(2) *Loc. cit.*, p. 174.

(3) Au lieu de l'angle de rotation α, nous avons pris le pouvoir rotatoire qui lui est proportionnel.

Nom de la substance.	Valeur de la constante C.			$\frac{\alpha_0}{\alpha_n}$.
	I.	II.	Moyenne.	
Rhamnose (¹)	0,0393	»	»	»
Fucose (²)	0,0202	»	»	1,742
Galactose	0,00927	0,00973	0,00950	1,531
Sucre de lait	0,00405	0,00413	0,00409	1,608
Maltose	0,00524	0,00581	0,00553	0,362

» Les deux expériences de MM. Parcus et Tollens sur le glucose ne se prêtent pas à une bonne vérification; dans la première, C varie de 0,0054 à 0,0099; dans la seconde, de 0,0054 à 0,0064; $\frac{\alpha_0}{\alpha_n} = 2,07$.

» J'ai fait moi-même deux expériences sur le glucose, mais sans maintenir la température absolument constante; j'ai trouvé :

Entre 11° et 13°... C = 0,00348 (maxim. 0,00369, minim. 0,00321),
Entre 13° et 15°... C = 0,00398 (maxim. 0,00443, minim. 0,00370),

et pour $\frac{\alpha_0}{\alpha_n}$ les valeurs

1,896 et 1,895.

Ces nombres prouvent nettement que la constante croît quand la température s'élève.

» *En résumé*, la réaction corrélative de la multirotation des sucres fait partie des réactions dites *du premier ordre;* elle est régie par la loi des masses actives. La constante C, à une température donnée, *mesure* la marche du phénomène. On peut remarquer que chez les pentoses la vitesse de transformation est notablement plus grande que chez les autres sucres, hexoses et polysaccharides (³). »

ZOOLOGIE. — *Sur les affinités réciproques des Myxosporidies.* Note de M. **P. Thélohan** (⁴), présentée par M. Ranvier.

« On sait que les Myxosporidies produisent en général un très grand nombre de spores. Il y a cependant, parmi les espèces qui se présentent sous forme de corps amiboïdes libres dans la vessie urinaire ou la vésicule

---

(¹) Schnelle et Tollens, *Lieb. Ann.* t. CCLXXI, p. 63; 1892.
(²) Gunther et Tollens, *ibid.*, p. 90.
(³) Travail fait à l'Institut chimique de Nancy (laboratoire de M. Haller).
(⁴) Travail du laboratoire de M. le professeur Balbiani au Collège de France.

biliaire des Poissons, quelques exceptions remarquables sur lesquelles je désire attirer l'attention.

» J'ai déjà eu l'occasion de signaler (¹) plusieurs espèces de ces parasites, chez lesquelles le nombre des spores se montre constamment réduit à deux. J'ai pu, depuis, constater la même particularité dans un assez grand nombre de formes nouvelles que j'ai observées dans la vésicule biliaire de certains Poissons de la Méditerranée (²).

» Toutes ces Myxosporidies à deux spores appartiennent à la famille des *Myxidiées*, telle que je l'ai caractérisée dans mon *Essai de classification* (³) de ces organismes. Je n'entreprendrai pas ici la description de ces espèces; je ferai seulement remarquer que la plupart rentrent nettement dans le genre *Ceratomyxa*, tandis que les autres, par des modifications successives dans la forme des spores, établissent la transition entre ce dernier genre et les *Sphærospora*. Celles-ci, à leur tour, relient les espèces *disporées* aux *polysporées*, en même temps qu'au point de vue de l'habitat elles constituent le passage entre les formes libres et celles qui se développent dans l'épaisseur des tissus.

» Il n'y a donc pas une séparation absolue entre les autres Myxosporidies et les espèces qui ne produisent que deux spores.

» Il faut remarquer que ces dernières vivent toutes à l'état de corps amiboïdes libres dans le liquide biliaire. De plus, ce sont elles qui présentent la motilité la plus grande, grâce à l'existence de pseudopodes très spéciaux, dont j'ai déjà signalé les particularités de forme et de dimensions ainsi que la localisation en une région déterminée.

» En somme, on peut dire que ces Myxosporidies disporées à pseudopodes localisés et à mouvements rapides représentent, parmi ces parasites, les types les plus élevés en organisation. Nous avons vu qu'au point de vue morphologique elles se relient aux autres par une série d'intermédiaires.

» Mais il ne suffit pas d'avoir constaté ces faits et la question se pose de savoir comment on doit interpréter les caractères qu'elles présentent.

(¹) Thélohan, *Myxosporidies de la vésicule biliaire des Poissons* (*Comptes rendus*, novembre 1892).

(²) Ces observations ont été faites dans les laboratoires maritimes de MM. les professeurs de Lacaze-Duthiers, Marion et Korotneff, à qui je suis heureux d'adresser ici mes respectueux remercîments pour la bienveillante hospitalité qu'ils ont bien voulu m'accorder.

(³) Thélohan, *Observations sur les Myxosporidies et essai de classification de ces organismes* (*Bulletin de la Société philomathique*, 8e série, t. IV, 1892).

Faut-il les considérer comme des formes perfectionnées dérivant des formes inférieures, ou, au contraire, doit-on les regarder comme représentant le type primitif des Myxosporidies, les autres, et en particulier celles qui vivent au sein des tissus, n'étant que des formes dégradées par un parasitisme plus accentué et pour ainsi dire plus intime?

» Pour moi, je me rangerais volontiers à cette dernière manière de voir. Ne pouvant aborder ici la discussion des arguments que l'on peut invoquer pour l'appuyer, j'indiquerai seulement l'une des considérations qui me semblent avoir à cet égard la plus grande valeur.

» On a vu que, chez les Myxosporidies qui présentent l'organisation la plus élevée, le nombre des spores est réduit à deux. Au contraire, le nombre de ces éléments s'accroît à mesure que l'on observe des formes plus dégradées, pour arriver à celles qui vivent dans l'épaisseur des tissus et chez lesquelles la quantité des spores est véritablement prodigieuse.

» Or l'exagération du nombre des corps reproducteurs constitue, comme on le sait, un des attributs les plus constants du parasitisme.

» Les Myxosporidies chez lesquelles on observe cette énorme production de spores étant par ailleurs inférieures aux autres au point de vue de leur organisation, et, d'un autre côté, leur siège au sein des tissus donnant à leur parasitisme un caractère plus accentué, il me semble très plausible d'admettre qu'elles représentent des formes dégradées par ce mode d'existence spécial, et que cette dégradation s'est traduite par la perte de certains caractères des formes libres et par l'aptitude à la formation de spores plus nombreuses.

» Je ne puis m'étendre davantage sur ce sujet : j'ai voulu seulement attirer l'attention sur ce point de l'histoire de ces organismes, dont l'étude me semble offrir un certain intérêt, en raison de l'importance que présenterait la solution de ce problème au point de vue de la détermination des affinités des Myxosporidies, qui sont encore extrêmement obscures. »

BOTANIQUE CRYPTOGAMIQUE. — *Recherches sur la structure des Mucorinées.* Note de MM. **P.-A. Dangeard** et **Maurice Léger**, présentée par M. Duchartre.

« Le développement des Mucorinées est bien connu, grâce aux travaux de Brefeld, Van Tieghem, Bainier, etc.; leur structure intime l'est beaucoup moins. On sait seulement que le thalle du *Mucor racemosus* renferme

de nombreux petits noyaux; il en existe plusieurs dans les chlamydospores et les spores bourgeonnantes : les spores n'en posséderaient qu'un seul ou deux par exception : celles du *Chætocladium Jonesii* en ont cependant de quatre à sept ([1]). Vuillemin a vu les noyaux du *Pilobolus œdipus*, dont les spores en possèdent souvent deux et quelquefois trois ou quatre ([2]).

» Dans cette Note, nous établirons d'abord la structure de ces noyaux; nous verrons ensuite quelle est leur distribution.

» Les noyaux sont vésiculaires : ils ont une membrane nucléaire séparée d'un nucléole central par un cytoplasme incolore ou peu chargé de chromatine; le nucléole est très dense et c'est lui qui se teint fortement par les réactifs colorants (*Sporodinia grandis*, *Mucor Mucedo*, *M. racemosus*, etc.); ces noyaux ne diffèrent pas sensiblement de ceux des Saprolégniées, Ustilaginées, Urédinées ([3]). Leur structure est susceptible de varier dans certaines limites.

» Ainsi, au moyen des doubles colorations, on trouve dans la zygospore jeune un assez grand nombre de noyaux devenus très gros; leur nucléole se colore en rouge, alors que le protoplasma reste violet. L'intervalle entre la membrane et le nucléole est incolore; d'autres fois, la modification se produit en sens inverse, le nucléole diminue jusqu'à devenir imperceptible; le noyau est devenu une simple vacuole limitée encore un certain temps par la membrane nucléaire; il est en voie de destruction. Ajoutons que les noyaux s'allongent fréquemment suivant le sens de la croissance du thalle. Dans les *Pilobolus*, le nucléole est moins apparent, et le cytoplasma montre des granulations chromatiques.

» Les noyaux sont situés dans un protoplasma disposé en réseau à mailles de largeur variable : dans un filament en voie de croissance (*Sporodinia*) ces noyaux sont groupés au nombre de plus d'une centaine, séparés de l'extrémité par une couche de protoplasma homogène brillant, dépourvu de noyaux; plus bas, les mailles s'élargissent et le nombre des noyaux diminue.

([1]) Schmitz, *Untersuchungen über die Zellkerne der Thallophyten* (*Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande und Westfahlens*, 1897).

([2]) Vuillemin, *Études biologiques sur les Champignons* (*Bulletin de la Société des Sciences de Nancy*, 1886).

([3]) P.-A. Dangeard, *Recherches histologiques sur les Champignons* (*Le Botaniste*, 2e série, 2e et 3e fascicules); *La reproduction sexuelle des Champignons* (*Le Botaniste*, 3e série, 6e fascicule, janvier 1893).

» Les sporanges se forment à l'extrémité renflée des filaments : le protoplasma s'accumule dans le renflement; il constitue sous la paroi une couche épaisse qui limite une grande vacuole centrale. Cette courbe renferme une quantité considérable de noyaux; elle se divise par des lignes claires en portions de protoplasma à contour hexagonal : cet aspect rappelle tout à fait celui qui précède la formation des pores chez les Myxomycètes, ou celle des sporanges dans les *Synchytrium*. Chaque portion ainsi délimitée est destinée à former une spore; elle renferme un nombre variable de noyaux : de trois à sept (*Mucor*) ; de vingt à cinquante (*Sporodinia*). Après la formation des spores et leur mise en liberté, on retrouve un grand nombre de noyaux dans la columelle et le filament qui supporte le sporange (*Mucor, Sporodinia, Pilobolus*); ils sont destinés à disparaître.

» Dans le *Sporodinia*, les zygospores comme les sporanges sont des extrémités renflées de filaments dichotomes : beaucoup de ces filaments sont stériles, s'allongent en poils; c'est au milieu de ce feutrage que se trouvent les filaments sexuels en ampoule. Chaque ampoule, au début, est remplie par un protoplasma, à larges mailles, sauf à l'extrémité où s'effectue le contact; on trouve à cet endroit une quarantaine de noyaux groupés; en arrière, il en existe d'autres disséminés çà et là dans les mailles du réseau. Un peu plus tard, le protoplasma devient de plus en plus dense et le nombre des noyaux augmente considérablement; cette augmentation est due, au moins pour la plus grande partie, à l'arrivée de noyaux venant du thalle et non à une division des premiers; c'est alors qu'une cloison se forme dans chaque ampoule, à quelque distance de l'extrémité, délimitant du reste du thalle les deux éléments sexuels en présence. De nombreux noyaux se voient encore longtemps dans les filaments copulateurs, en dehors des gamètes; ils correspondent à ceux de la columelle et, comme eux, ils sont destinés à disparaître.

» En résumé, dans cette Note, nous avons établi la structure des noyaux ainsi que les variations qu'elle présente, la distribution de ces éléments dans le thalle et leur disposition pendant la formation du sporange et des spores; nous avons constaté également que les deux gamètes en présence renferment de nombreux noyaux venant du thalle : j'espère pouvoir indiquer bientôt ce qu'ils deviennent, en étudiant la reproduction sexuelle dans cette même famille. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur le rôle du* Plantago alpina *dans les pâturages de montagne.* Note de M. E. Guinier.

« Une longue expérience m'a permis de vérifier que la présence du *Plantago alpina* Lin. indique, dans les parties élevées des Alpes et des Pyrénées, la qualité des pâturages, laquelle semble être en raison de l'abondance de cette plante.

» Le *Plantago alpina* manque absolument dans les sols plus ou moins marécageux ou tourbeux, où le tapis végétal est formé surtout par des *Caricinées* ou des *Joncées*, fait défaut aussi dans les pâturages envahis par les *Bruyères*, la *Callune-Bruyère*, les *Fougères* et notamment l'*Aquiline*. Cette plante fuit, en somme, les sols à terreau acide, et ne se trouve que sur les sols suffisamment perméables et égouttés, munis d'un terreau doux bien décomposé : ces sols conviennent aussi le mieux, il faut le dire, aux meilleures plantes fourragères de diverses familles, *Graminées*, *Légumineuses*, *Ombellifères*, etc. Du reste, le *Plantago alpina* vient aussi bien sur les terrains primitifs et les schistes ou les grès de diverses origines que sur les calcaires durs et peu décomposables.

» Le *Plantago alpina* apparaît vers 1200^m d'altitude et s'élève à 2500^m et même au delà, jusqu'aux localités où la végétation herbacée ne peut plus former de gazons continus.

» Dans les Alpes et l'Isère, les pâtres connaissent le *Plantago alpina* et attribuent la qualité des pâturages qui en sont pourvus aux vertus nutritives de cette plante, qui donne aux vaches, affirment-ils, un lait crémeux, favorable à l'engraissement des moutons.

» Il existe dans le massif montagneux du Pelvoux, au voisinage des glaciers, des pâtures dont le sol, presque dénudé, produit cependant encore le *Plantago alpina* en abondance. Malgré la rareté de l'herbe, ces terrains sont recherchés par les pâtres de Provence pour l'estivage des moutons transhumants, et c'est même à la surcharge en bétail de cette nature qu'est due la profonde dégradation des terrains du bassin du Vénéon. (Ce bassin est le *Cirque de la Bérarde* d'Élie de Beaumont, qui l'a appelé ainsi du nom du hameau qui en occupe le centre.) Or les pâtures des flancs extérieurs de ce bassin sont bien moins recherchées et sont aussi mieux conservées; le *Plantago alpina* y est rare.

» Dans les Pyrénées, la qualité des pâturages offre des contrastes non

moins frappants, suivant qu'ils sont pourvus ou non de cette plante. Dans l'Ariège, où les bons pâturages sont assez rares, on peut citer comme pâturages à *Plantago alpina*, hautement appréciés des habitants, les pâturages d'Orlu, près d'Aix-les-Thermes; mais surtout le pâturage de la Soulane, vers les sources de l'Ariège, sur le territoire de la république d'Andorre. La commune de Mérens, dans la vallée haute de l'Ariège, bien qu'ayant à sa disposition des milliers d'hectares de pâtures plus que suffisants pour son bétail, afferme cependant chaque année ce petit pâturage dont les habitants croient ne pas pouvoir se passer. L'abondance du *Plantago alpina* y est extraordinaire.

» Le *Plantago alpina* forme des rosettes dont les feuilles, le plus souvent presque appliquées à terre, ne peuvent guère être atteintes par les vaches, qui broutent seulement les hampes fleuries; le mouton n'éprouve pas cette difficulté. Mais on peut encore douter que la qualité des pâturages à *Plantago alpina* tienne aux vertus alimentaires de cette plante, plutôt qu'à l'ensemble de conditions favorables en dehors desquelles le *Plantago alpina* ne se trouve point. »

La séance est levée à 4 heures. M. B.

ERRATA.

(Séance du 5 février 1894.)

Note de M. *J.-J. Landerer*, Sur la théorie des satellites de Jupiter :

Page 282, ligne 9, *au lieu de* 1892, *lisez* 1893.
Même page, ligne 17, *au lieu de* 1794, *lisez* 1894.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 FÉVRIER 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Aimé Girard,* pour remplir, dans la Section d'Économie rurale, la place devenue vacante par suite du décès de M. *Chambrelent.*

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Aimé Girard** prend place parmi ses Confrères.

Notice sur les travaux de Jean-Louis-Armand de Quatrefages de Bréau, par M. **Edmond Perrier**.

« Jean-Louis-Armand de Quatrefages de Bréau naquit le 10 février 1810 à Bertezenne, au pied de l'Aigoual, un des plus hauts sommets des Cé-

vennes, non loin de la petite ville de Valleraugue, qui a également donné à l'Académie des Sciences le général Perrier. Fort curieux de science dès son enfance, il fit de brillantes études au collège royal de Tournon, et, au moment de les terminer, suivit à Strasbourg un de ses maîtres, Sornin, qui venait d'y être nommé professeur d'Astronomie. C'est là qu'il prit ses grades et que, sous l'influence de son maître, il conquit le doctorat ès Sciences mathématiques avec deux thèses : l'une *Sur la théorie d'un coup de canon* (1829); l'autre, *Sur le mouvement des aérolithes considérés comme des masses disséminées dans l'espace par l'impulsion des volcans lunaires* (1830). Deux ans après, il était docteur en Médecine, et allait pratiquer à Toulouse, où il transportait l'opération de la lithotritie. Un moment il suppléa, dans la chaire de Chimie de la Faculté des Sciences de cette ville, le professeur Boisgiraud (1835); mais son premier Mémoire d'Histoire naturelle, *Sur l'embryogénie des Planorbes et des Lymnées*, date de l'année précédente, et fut suivi, en 1835, d'un autre travail *Sur la vie interbranchiale des Anodontes;* ces recherches le firent désigner pour occuper, à titre de chargé de cours, la chaire de Zoologie de la Faculté. Bientôt cependant il se détermina à venir habiter Paris, où il devint rapidement docteur ès Sciences naturelles; sa thèse *Sur les caractères zoologiques des Rongeurs, et sur leur dentition en particulier*, et un Mémoire sur les Rongeurs fossiles (1840), sont les seuls travaux qu'il ait publiés sur l'Histoire naturelle des animaux supérieurs. Sur les conseils de Henri Milne-Edwards, il se consacra presque exclusivement, dès 1841, à l'étude des Invertébrés marins, et visita, pour les étudier sur place, un grand nombre de localités de nos côtes : les îles Chausey (1841), Saint-Vaast-la-Hougue (1842), l'île de Bréhat (1845), les côtes de Sicile (1850), La Rochelle (1852). Il a raconté ces voyages dans un livre qui a passionné tous les jeunes savants : *les Souvenirs d'un naturaliste* (1854).

» En abordant ces recherches, M. de Quatrefages se proposait surtout de déterminer comment dans chaque embranchement du Règne animal, l'organisme se dégradait ou se simplifiait peu à peu et quelles étaient les lois de cette simplification. De là, un choix méthodique de sujets d'étude qui mit bientôt entre ses mains les plus brillants résultats.

» Dans l'embranchement des Rayonnés, sa première découverte fut celle d'une fort curieuse Anémone de mer des îles Chausey, fouisseuse et transparente comme du cristal, l'*Edwardsia* (1), devenue le type d'un sous-

---

(1) *Mémoire sur les* Edwardsia (*Annales des Sciences naturelles*, 2e série, t. XVIII, 1842).

ordre des Coralliaires, résultant d'une sorte d'arrêt de développement des Anémones de mer normales. Dans la même campagne M. de Quatrefages découvrait encore une bizarre Zoophyte, l'*Éleuthérie dichotome* [1], qu'il décrit comme un type nouveau de Polype libre, intermédiaire entre deux classes longtemps réputées fort éloignées, celles des Hydres et des Méduses, et qui est, en réalité, une Méduse marcheuse, produite par des Polypes hydraires du genre *Clavatella* comme les Méduses en cloche sont produites par d'autres Polypes, c'est-à-dire à la façon dont les fleurs naissent sur les végétaux.

» La *Synhydra parasita* [2] met pour la première fois le jeune naturaliste en présence de ces singulières colonies de Polypes, où l'on trouve à la fois, chacun avec une forme qui lui est propre, des *individus nourriciers*, des *individus reproducteurs*, des *individus préhenseurs*, des *individus sensitifs*, des *individus défensifs* [3]. Plus tard, M. de Quatrefages devait rencontrer dans la Physalie, grand Polype nageur, bien connu des marins sous le nom de *galère*, un sujet d'études analogues, mais autrement vaste et autrement attachant, en raison du nombre et de la variété de formes des individus qui demeurent unis, comme aussi de leur étroite solidarité. Au moment où M. de Quatrefages publiait son *Mémoire sur l'organisation des Physalies* [4], les zoologistes étaient absolument partagés d'opinion sur la façon dont il fallait envisager ces animaux et ceux qui constituent avec eux la classe des Siphonophores. Devait-on voir en chacun d'eux autant d'organismes associés que l'on y observait de parties distinctes? Au contraire, fallait-il considérer chaque Physalie comme un individu unique, et ses diverses parties si semblables cependant à des Polypes ou à des Méduses, comme de simples organes? M. de Quatrefages mit en quelque sorte d'accord les deux Écoles, en démontrant que « chez les animaux composés, il existe de nombreux intermédiaires entre l'individu bien caractérisé et l'organe faisant partie d'une individualité complexe », et que l'on a autant de raisons pour voir dans la Physalie une colonie d'animaux que pour y voir une unité individuelle. C'était préparer le moment où l'on pourrait dire que les colonies animales ne sont qu'un acheminement vers la constitution

---

(1) *Mémoire sur l'Éleuthérie dichotome* (*ibid.*).

(2) Signalée quelque temps auparavant par M. P.-J. Van Beneden sous le nom d'*Hydractinia lactea*, mais imparfaitement décrite.

(3) *Annales des Sciences naturelles*, 1843.

(4) *Annales des Sciences naturelles*, 2e série, t. II; 1854.

d'individualités complexes par la fusion graduelle d'individualités plus simples. M. de Quatrefages comparait d'ailleurs l'organisation des Physalies à celles des grandes Méduses, telles que les Rhizostomes; Hæckel a depuis repris cette idée qui est devenue la base de sa théorie de la constitution des Siphonophores, bien connue sous le nom de *Medusum-Theorie*.

» Abordant les Échinodermes, M. de Quatrefages constate en passant que « la petite Ophiure grisâtre de nos côtes » est vivipare (¹); mais il est de suite attiré par les Échinodermes dégradés, formant l'ordre des *Échinodermes sans pieds* de Cuvier. Ces animaux fouisseurs ont un corps mou, vermiforme, dont les parties extérieures affectent cependant la même disposition générale que celles des animaux rayonnés. Parmi eux, M. de Quatrefages étudie les Synaptes, les Échiures, les Siponcles, les Thalassèmes, et, devant ses recherches, l'ordre des Échinodermes sans pieds s'évanouit. Les Synaptes sont de vrais Échinodermes, des Holothuries, mais parvenues à un tel degré de dégradation, que par certains traits de leur organisation, par les caractères de leurs fibres musculaires notamment, elles touchent presque aux polypes du genre *Edwardsia* (²). Au contraire, les Échiures, les Siponcles, les Thalassèmes, malgré leur physionomie de Rayonnés, ont la structure interne des animaux articulés. Ils établissent un *pont* entre deux grands embranchements de Cuvier; il faut constituer pour eux une classe nouvelle qui vient prendre rang après la classe des Annélides, et, pour désigner cette classe, M. de Quatrefages, soulignant ainsi le caractère philosophique de ses recherches, emprunte justement au grec le nom de γέφυρα, qui veut dire pont (³). La classe des Géphyriens est demeurée dans la science.

» C'est encore la recherche féconde, comme on voit, des types dégradés qui conduit l'ingénieux chercheur à s'occuper des plus petits des Mollusques marins, sans coquille, qui forment l'ordre des Nudibranches de Cuvier. L'organisation de quelques-uns de ces Mollusques lui inspire toute une théorie de la structure des organismes dégradés qui a suscité les plus vifs débats et qui a été souvent présentée avec des exagérations auxquelles son auteur ne s'est certes pas abandonné, la théorie du *phlébentérisme*. D'après cette théorie, lorsque l'appareil respiratoire et surtout l'appareil

---

(¹) *Comptes rendus*, t. XV, 1842.

(²) *Annales des Sciences naturelles*, 2ᵉ série, 1842, t. XVII.

(³) *Mémoires sur l'Échiure de Gærtner* (*Annales des Sciences naturelles*, 3ᵉ série, 1847).

circulatoire viennent à se simplifier, des dispositions spéciales de l'appareil digestif lui permettraient de suppléer à l'insuffisance des deux autres ([1]). On pourrait aujourd'hui citer dans tous les embranchements du Règne animal des exemples de cette suppléance.

» Dégradés par rapport aux autres Mollusques, les Nudibranches phlébentérés sont loin de demeurer au même degré de simplification; peu à peu leur organisation se réduit à son tour et semble fournir alors un terme de passage entre l'embranchement des Mollusques et celui des Articulés, comme les Géphyriens en avaient déjà fourni un entre les Articulés et les Rayonnés. En décrivant l'organisation des *Pelta* ([2]), M. de Quatrefages émet l'opinion qu'il pourra être quelque jour difficile de distinguer les plus inférieurs des Nudibranches des plus élevés des Vers plats de la classe des Planaires ou Turbellariés. Nous avons déjà vu Hæckel prendre à M. de Quatrefages l'idée de comparer les Physalies aux Méduses; un autre naturaliste allemand reprendra de même l'idée de lier les Mollusques Nudibranches aux Planaires. Von Jehring, dans son grand Mémoire sur le système nerveux des Mollusques, divise, en effet, la classe réputée jusque-là si homogène des Gastéropodes en deux séries indépendantes, renfermant l'une, celle des *Arthrocochlidés*, des Gastéropodes à sexes séparés qui descendraient des Vers annelés, l'autre celle des *Platycochlidés* des Gastéropodes hermaphrodites qui descendraient des Planaires.

» Les animaux longtemps réputés comme les plus dégradés des Échinodermes nous avaient conduits aux Annélides; les Mollusques nous y ramènent à leur tour. On comprend maintenant que cette classe si polymorphe soit devenue l'objet des études de prédilection de M. de Quatrefages. Ici l'appareil circulatoire sanguin est presque aussi parfait que chez les Vertébrés, mais *l'appareil lymphatique* fait entièrement défaut; par quoi est-il remplacé? M. de Quatrefages lui trouve un suppléant dans la *cavité générale* ([3]) du corps, dont il est aujourd'hui si souvent question sous le nom de *cœlome*. Cette cavité est presque entièrement remplie par les viscères chez les Vertébrés; chez les Annélides les viscères n'en occupent, au contraire, qu'une faible partie; ils baignent dans un liquide

---

([1]) *Comptes rendus*, 25 novembre 1844. — *Voyage en Sicile*, 2e partie (Note *Sur le phlébentérisme*).

([2]) *Annales des Sciences naturelles*, 3e série, t. I, 1844.

([3]) *Mémoire sur la Cavité générale du corps des Invertébrés* (*Annales des Sciences naturelles*; 3e série, t. XIV; 1850.)

spécial qui la remplit, dans lequel flottent d'innombrables corpuscules analogues aux corpuscules lymphatiques, le *liquide cavitaire* dont M. de Quatrefages a été le premier à signaler l'importance et les fonctions multiples. La cavité générale, les lacunes et les sinus dans lesquels elle se subdivise chez les Echinodermes, les Arthropodes et les Mollusques, le système vasculaire et le système lymphatique qui, suivant les cas, leur font suite, ne forment, en somme, qu'un seul et même ensemble dont les diverses parties ont été plus ou moins modifiées par des adaptations secondaires; voilà des idées qui tendent de plus en plus à s'établir, et pour lesquelles l'éminent professeur du Muséum a été un véritable précurseur.

» La classe des Annélides de Cuvier sort d'ailleurs de ses mains entièrement transformée [1]. Il y découvre deux modes de structure absolument différents de l'appareil génital; dans un premier groupe, les éléments reproducteurs sont produits dans presque tous les segments du corps et les sexes sont séparés; dans un second, les éléments ne se développent que dans un petit nombre de segments et les deux sortes d'éléments sont réunis chez le même individu qui est, par suite, hermaphrodite. A ces différences correspondent des différences presque absolues d'habitat : les Annélides unisexuées habitent la mer; les Annélides hermaphrodites habitent presque toutes les eaux douces. Il est donc légitime d'établir deux classes distinctes aux dépens de l'ancienne classe des Annélides : les Marines conserveront leur ancienne dénomination; aux autres, dont les plus grandes ont toujours le sang rouge, M. de Quatrefages donnera le nom d'*Erythrèmes :* ce sont les Vers de terre et les Sangsues [2].

» Des différences analogues dans la structure de l'appareil génital des Vers plats, réunis jadis dans la classe des Turbellariés, entraînent de même la division de cette classe en deux autres correspondant aux Planaires et aux Némertes de Cuvier.

» M. de Quatrefages ne s'en tient pas d'ailleurs à ces constatations générales. Il étudie dans le plus grand détail, et comme personne ne l'avait fait avant lui, les Annélides marines, signale un grand nombre de traits nouveaux de leur organisation, réussit à pratiquer chez elles des fécondations artificielles, suit pas à pas le développement de leurs œufs, constate qu'ils

(1) De 1843 à 1857, M. de Quatrefages a publié plus de trente Notes ou Mémoires sur les Annélides.

(2) *Note sur l'anatomie des Sangsues et des Lombrics* (*Annales des Sciences naturelles*, 3e série, t. VIII, 1847, et t. XIII; 1852).

sont, avant l'arrivée du spermatozoïde, le siège de mouvements qui accusent leur vitalité propre et peuvent aller jusqu'à un commencement de segmentation, décrit la formation et l'expulsion de ces corpuscules devenus célèbres sous le nom de *globules polaires* et démontre qu'ils n'ont rien à faire avec la vésicule germinative. Si ces faits n'ont pas absolument conservé la signification qu'on pouvait leur attribuer vers 1850, ils n'en sont pas moins exacts et de haute importance. Les résultats de toutes ces recherches ont été consignés par M. de Quatrefages dans son dernier grand ouvrage de Zoologie, l'*Histoire des Annelés* (¹) qu'on a pu critiquer, mais qu'on n'a pas encore remplacée.

» Enfin, lors de son voyage en Sicile, M. de Quatrefages complète ses études sur les types dégradés en s'adressant aux Vertébrés; il réussit à se procurer, en assez grand nombre pour en faire une étude approfondie des spécimens du plus suggestif d'entre eux, le fameux *Amphioxus;* il signale les affinités avec les Mollusques acéphales et les Annélides de ce Vertébré si simplifié « qu'il appartient à peine au groupe des Vertébrés (²) ». Plus tard il voulut comparer *de visu* cette organisation à celle d'un autre poisson dégradé, l'Ammocète ou jeune Lamproie (³).

» De ce vaste ensemble de recherches, il ressort cette conclusion générale que les embranchements de Cuvier ne sont pas aussi rigoureusement délimités qu'on a pu le croire un moment. De l'un à l'autre il existe partout des passages; M. de Quatrefages l'a bien nettement vu l'un des premiers, et le nombre de ces passages n'a fait que s'accroître depuis ses mémorables travaux.

» Si intéressants que soient de tels résultats généraux, la Science perdrait une grande part de son prestige s'il ne découlait de ces résultats mêmes des conséquences pratiques. M. de Quatrefages ne l'oublie jamais. Il vient, à peine, d'opérer la fécondation artificielle des œufs de Hermelles, inutiles Annélides, et des Tarets, Mollusques nuisibles, il entrevoit aussitôt qu'on pourra tirer parti de ce mode de fécondation pour créer des bancs, en quelque sorte artificiels, d'Huîtres (⁴) et d'autres Mollusques comes-

---

(¹) *Suites à Buffon de Roret*, 3 vol.; 1865.

(²) *Mémoire sur le système nerveux et l'Histologie des Branchiostomes ou Amphioxus* (*Annales des Sciences naturelles*, 3ᵉ série, t. IV, 1845).

(³) *Sur l'Anatomie de l'Ammocète* (*Société Philomathique*, 1849).

(⁴) *Note sur la propagation des Huîtres et sur les fécondations artificielles* (*Comptes rendus*, t. XXVIII, 1847).

tibles, et qu'on arrivera sans doute un jour « à semer du poisson comme on sème du grain ». Des Mollusques lamellibranches, les Tarets, perforent et détruisent les pilotis et les bois des navires; des Insectes, les Termites, rongent dans les Landes et dans la Charente les poutres des constructions, les meubles des appartements, les livres des Bibliothèques et les réduisent en poussière avant qu'aucune trace de leurs irréparables dégâts ait paru au dehors; une ruineuse épidémie détruit, dans le midi, les Vers à soie : M. de Quatrefages, partout sur la brèche, signale d'utiles moyens de limiter l'action malfaisante de tous ces ennemis de nos demeures ou de nos richesses. Il s'occupe même un moment de la question de l'élevage des Sangsues ([1]). Il ne trouve pas toujours les solutions définitives, mais il contribue du moins de tout son pouvoir à les préparer. S'il est prêt pour l'étude de ces problèmes, c'est d'ailleurs qu'au lieu de s'adresser pour ses recherches à la nature morte, il a toujours pris corps à corps la nature vivante.

» Les organismes dont il pénètre si habilement la structure ne sont pas pour lui des machines inertes, mais des êtres actifs dont tous les modes d'activité l'intéressent. Il étudie, par exemple, les contractions de leurs muscles, et donne, comme on pouvait le faire de son temps, les règles de cette contraction; chemin faisant, une coïncidence le frappe. Chez certains animaux, chaque contraction musculaire est accompagnée d'un éclair lumineux. Or, la nuit, sur les bords de la mer, tout brusque mouvement de l'eau provoque un jaillissement d'étincelles, et parfois les crêtes de toutes les vagues s'illuminent à perte de vue. C'est le phénomène si souvent décrit de la phosphorescence de la mer. M. de Quatrefages, après avoir fait une étude approfondie des Noctiluques, les plus communs des animaux marins lumineux, montre qu'ils ne sont pas la seule cause de cette phosphorescence aux aspects variés, reconnaissant chacun une cause distincte. D'une manière plus générale, la production de lumière par les animaux lui semble due à l'altération de certaines sécrétions, à certaines combustions lentes, enfin à la contraction même de la substance vivante, comme l'indiquent les éclairs qui jaillissent brusquement de certaines

---

([1]) *Note sur un moyen de mettre les approvisionnements de bois de la Marine à l'abri de la piqûre des Tarets* (*Comptes rendus*, t. XXVI, 1848). — *Mémoire sur la destruction des Termites au moyen d'injections gazeuses* (*Annales des Sciences naturelles*, 3e série, t. XX, 1853). — *Questionnaire relatif à l'élevage des Sangsues* (*Bulletin de la Société Zoologique d'acclimatation*, t. II, 1885).

Ophiures, de plusieurs Annélides et surtout des Noctiluques. M. Raphaël Dubois a depuis montré que ces causes diverses de production de lumière pouvaient être ramenées à la décomposition de certaines substances phosphorées, par un ferment produit tantôt par des bactéries, tantôt par les éléments mêmes de l'organisme lumineux.

» Malgré leur diversité, les travaux dont nous venons de faire une revue rapide se rattachent tous à un même plan de recherches, à une même idée générale. C'est qu'en effet, une intelligence façonnée par l'étude des Sciences mathématiques et par celle des Sciences physiques, conserve le besoin incessant de découvrir entre les phénomènes une continuité qui permette de voir dans leur succession un enchaînement de causes et d'effets. Plus que tout autre, parmi les naturalistes de son temps, M. de Quatrefages était préparé à ressentir ce besoin; nous l'avons vu chercher à relier entre eux successivement tous les embranchements de Cuvier; nous allons le retrouver aux prises avec deux grandes synthèses : celle des phénomènes de la génération, celle des faits sur lesquels peut s'appuyer la doctrine de l'espèce.

» Dans ces deux synthèses, M. de Quatrefages demeure fidèle aux idées et aux méthodes qui rallièrent, avant 1859, la presque totalité des naturalistes. Ce qu'il recherche avant tout, dans son beau livre *Les métamorphoses de l'homme et des animaux* (1862), ce n'est pas une *explication* des phénomènes si complexes de la génération et du développement embryogénique, c'est simplement la *détermination d'un plan unique* auquel tous ces phénomène puissent être ramenés; c'est aussi la *fin commune* vers laquelle ils tendent, malgré leurs apparences variées. Une découverte capitale, celle de la génération alternante chez les Annélides (¹), lui suggère l'idée que tous les phénomènes de génération peuvent être rattachés à un même phénomène initial qui n'est autre que le phénomène de l'*accroissement du corps*.

» *Tout animal s'accroît; l'accroissement est toujours accompagné de modifications profondes dans la forme du corps.* Voilà la règle générale que M. de Quatrefages établit d'une manière rigoureuse dans la première partie de son Livre. Comment se fait-il que l'on distingue cependant des *animaux à développement direct*, des *animaux à métamorphoses*, des *animaux à génération alternante?* Voilà ce que l'illustre savant fait ingénieusement

(¹) *Mémoire sur la génération alternante des* Syllis (*Annales des Sciences naturelles*, 4e série, t. II; 1854).

converger, dans la seconde, vers une même *fin* : la *conservation de l'espece*. A mesure que la puissance organique s'affaiblit, les chances de destruction augmentent pour chaque espèce animale; il n'est possible de compenser la prodigieuse destruction d'individus dont sont affectées les espèces faibles qu'en augmentant, dans une proportion correspondante, leur puissance de multiplication; ce résultat est réalisé d'abord en diminuant le volume des œufs, ce qui permet d'accroître leur nombre, ensuite en augmentant la puissance reproductrice de l'œuf.

» Les espèces puissantes ont de gros œufs, riches en matières nutritives; à l'abri des enveloppes de ces œufs, les embryons grandissent jusqu'à ce qu'ils aient atteint leur forme définitive; ils n'éprouvent après leur éclosion que des changements de dimensions; le développement est *direct*. Les espèces plus exposées aux chances de destruction ont des œufs plus nombreux, mais ne contenant que peu de matières nutritives; l'embryon éclôt à une période de son évolution où il a encore à subir des transformations que les animaux à développement direct avaient éprouvées dans l'œuf; ce sont ces transformations qui ont pu sembler longtemps un phénomène nouveau, celui des *métamorphoses*. Enfin, un pas de plus : l'œuf ne produit qu'un être temporaire, uniquement chargé de réaliser lui-même, par un simple accroissement de son corps, les formes adultes qui perpétueront l'espèce : l'œuf a acquis ainsi la puissance d'engendrer non pas seulement un individu, mais toute une génération d'individus; cet *engendrement de générations*, M. de Quatrefages le traduit par le mot de *généagenèse*.

» L'année 1855 marque un changement complet dans la direction des études de M. de Quatrefages : professeur au lycée Henri IV depuis 1850; membre de l'Académie des Sciences depuis 1852, il fut à cette époque nommé professeur d'Anthropologie au Muséum. Du jour où M. de Quatrefages devenait anthropologiste, la question de l'espèce dominait nécessairement tout son enseignement. Quelle place l'Humanité doit-elle occuper dans la Nature? Ne forme-t-elle qu'une seule et même espèce? Cette espèce est-elle indépendante ou dérive-t-elle de quelque autre espèce animale? M. de Quatrefages pense que la *religiosité*, qui n'est au fond que le besoin de remonter aux causes, c'est-à-dire la *raison* même, est un trait suffisamment caractéristique de l'intelligence humaine pour faire de l'Homme un être exceptionnel, et il constitue pour lui le *Règne humain*, dans lequel il l'isole du reste des êtres vivants. Il se déclare en outre partisan de l'unité de l'espèce humaine, et il ne pense pas que l'on puisse faire dériver cette

espèce d'aucune espèce animale connue. Ce sont là des idées parfaitement conformes aux traditions bibliques; mais, en les défendant, M. de Quatrefages n'en conserve pas moins toute son indépendance de savant; témoin la part qu'il a prise à la démonstration de l'ancienneté de l'Homme depuis la découverte de la fameuse mâchoire de Moulin-Quignon. L'un des premiers, il accepta que l'antique débris recueilli par Boucher de Perthes remontait à l'âge quaternaire, et, dans l'un de ses derniers livres ([1]), il ne fait aucune difficulté d'admettre qu'un Homme tertiaire ait pu exister; il fait reculer, par conséquent, l'apparition de l'Homme dans un passé prodigieusement lointain, eu égard aux évaluations des anciens historiens. De même, ce sera l'éternel honneur de sa carrière académique que d'avoir revendiqué pour la synthèse, dans les Sciences naturelles, la place qui lui revient, et d'avoir proclamé, lui, l'adversaire déclaré de toutes les doctrines transformistes, qu'un homme d'aussi puissante stature que Darwin ne pouvait demeurer en dehors de l'Académie des Sciences.

» D'ailleurs, ses idées sur la nature de l'Homme, il prend le plus grand soin de ne les appuyer que sur des arguments tout à fait scientifiques. Pour établir l'unité de l'espèce humaine, il s'efforce de préciser, aussi complètement que le permettent nos connaissances actuelles, les différences fondamentales de ce qu'on doit appeler *race* et de ce que l'on doit nommer *espèce*, et il expose sa doctrine dans une série de beaux livres : *Unité de l'espèce humaine* (1861); *L'Espèce humaine* (1877); *Histoire générale des Races humaines* (1887-1889), etc. Si l'espèce humaine est une, il faut montrer comment, partie d'une région limitée du Globe, elle est parvenue à en envahir toute la surface, et l'éminent auteur de *Crania ethnica* ([2]), de la *Race prussienne* (1871), des *Pygmées* (1887) et de tant d'autres belles études d'anthropologie conte, non sans émotion, l'exode des Kalmouks du Volga et *les migrations des Polynésiens* (1866).

» Enfin, la question de l'origine de l'espèce humaine le conduit à discuter à fond cette grande question du transformisme à laquelle il n'a cessé de penser jusqu'à la fin de sa vie. C'est le sujet de deux Ouvrages de haute importance. Le premier, *Charles Darwin et ses précurseurs français,* a paru en 1870; au nom de la famille de l'illustre maître, je demande la permission de déposer, comme un hommage posthume, les premiers exemplaires

---

([1]) *Histoire générale des races humaines,* p. 89; 1889.
([2]) Publié en collaboration avec M. le Dr Hamy.

du second, les *Émules de Darwin,* sur le bureau de l'Académie. C'est l'œuvre des derniers jours, le testament scientifique du Confrère que vous avez perdu ; et il demeure comme un témoin de la rare pénétration, de l'absolue netteté d'intelligence, de la merveilleuse faculté d'assimilation qu'a su garder jusqu'à passé quatre-vingts ans cet esprit si élevé.

» La difficulté que rencontrent les théories transformistes est celle d'accorder, sans sortir du domaine scientifique, deux catégories de faits en apparence contradictoires. La variation des formes spécifiques paraît, en effet, très nettement résulter des trois propositions suivantes, qui sont hors de toute conteste :

» 1° Les êtres vivants de la période actuelle n'ont qu'une ressemblance éloignée avec ceux des périodes précédentes, et l'on peut dire qu'aucune des espèces actuelles n'existait durant la période secondaire, aucune espèce secondaire durant la période primaire.

» 2° Il y a une continuité absolue entre les diverses périodes géologiques et rien n'indique qu'à aucun moment de leur durée il y ait eu discontinuité dans la succession des formes vivantes.

» 3° Nous ne connaissons qu'un seul mode de formation des corps vivant à la surface du globe, la génération, et ce serait aller contre les principes fondamentaux de la Science que de supposer gratuitement, contrairement à tous les faits observés, qu'il en ait existé d'autres.

» Les faits forcent donc à admettre que les formes vivantes actuelles, si différentes qu'elles soient des formes anciennes, en proviennent par une suite ininterrompue de générations ; la réalité du transformisme est, par cela même, invinciblement et scientifiquement démontrée.

» D'autre part, il est également incontestable que, dans la nature actuelle, il existe des lignées de formes vivantes que leurs étroites ressemblances conduisent à considérer comme les rameaux d'une même souche et qui sont cependant complètement isolées les unes des autres, parce que les êtres appartenant à deux de ces lignées sont incapables de contracter des unions fécondes, ou parce que les produits de leur union sont eux-mêmes stériles, ou parce que ces produits sont condamnés à engendrer des êtres dont la descendance perd rapidement tout caractère mixte et revient complètement à l'une des formes parentes. Ces lignées isolées sont ce que nous nommons les *espèces*. Quoique susceptibles de varier dans des limites qui leur sont propres, elles conservent cependant leur indépendance réciproque ; jusqu'ici, on n'a d'ailleurs réussi à briser aucune d'elles en lignées nouvelles, incapables de se mêler. C'est en cela, et en

cela seulement, que consiste ce qu'on a appelé la *fixité des espèces*. Cette *fixité* ainsi définie n'est nullement incompatible avec la *variabilité* que démontre l'histoire des âges géologiques; il n'y a là qu'une simple opposition de mots.

» Si les naturalistes ont été pendant longtemps partagés en deux camps au sujet de la question de l'espèce, c'est que les uns oublient les trois propositions qui donnent au transformisme une base absolument scientifique et proclament l'*invariabilité des formes spécifiques;* tandis que les autres, dépassant les conséquences qui se dégagent du passé et du présent des œuvres de la vie, prétendent expliquer comment se sont brisées les lignées primitives, comment se sont constituées les espèces actuelles. Là commence la confusion; là se mêlent les hypothèses et les faits dans un chaos déjà presque inextricable. M. de Quatrefages combat toutes ces doctrines; il aura rendu à la Science un dernier et réel service, en démasquant tout ce qu'elles présentent d'illusoire. Peu frappé des trois propositions fondamentales qui résument tous les enseignements de la Paléontologie, l'éminent naturaliste, dans l'intimité de son âme, ne croit certainement pas au transformisme, mais il se déclare prêt à l'accepter le jour où les données sur lesquelles on l'appuie lui paraîtront incontestables. Ce qu'il proscrit, dans ses derniers Livres, avec une admirable rigueur de raisonnement, c'est la substitution de la métaphysique à la Science, de l'hypothèse à l'observation et à l'expérience. Au nom de la Science, il repousse l'évolution prédestinée, soutenue sous des formes diverses par Mivart, Naudin, Owen, Thury, Gübler, Kœlliker; au nom de l'observation et de l'expérience, il repousse les hypothèses plus que hardies, auxquelles s'est abandonné Hæckel dans des livres célèbres; il reproche à Lamarck de n'avoir nulle part distingué l'espèce de la race, et d'avoir méconnu, par conséquent, la question fondamentale du transformisme; il constate l'insuffisance signalée déjà par Romanes, Carl Vogt et autres de la grande doctrine darwinienne de la sélection naturelle, et s'il conclut, avec quelque mélancolie, en disant de l'origine des espèces : « *Nous ne savons pas* », il se garde de fermer la porte aux découvertes futures. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation des vibrations d'une membrane.* Note de M. **H. Poincaré.**

« On sait quelle est l'importance de l'équation

$$\Delta u + ku = 0$$

(où k est une constante) dans un grand nombre de questions de Physique mathématique. Le pas le plus important qui ait été fait dans l'étude de cette équation est dû à M. Schwarz (*Festschrift zum Jubelgeburtstage des Herrn Weierstrass*). Ses résultats ont été complétés par notre Confrère, M. Picard, dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 16 octobre 1893. J'ai eu moi-même l'occasion de m'en occuper dans un Mémoire publié dans le t. XII de l'*American Journal of Mathematics*. Il me semble qu'une lumière nouvelle peut sortir du rapprochement des résultats obtenus ainsi dans des voies différentes : c'est ce que je vais chercher à expliquer brièvement.

» Soit, dans l'espace, un domaine quelconque D dont la frontière sera constituée par une certaine surface Σ. Soit $d\tau$ un élément de volume de ce domaine. Soient f une fonction quelconque définie à l'intérieur de ce domaine et ξ une constante arbitraire. Cherchons à former une fonction v satisfaisant à l'équation

$$\Delta v + \xi v + f = 0 \tag{1}$$

à l'intérieur de D et s'annulant à la frontière.

» Cherchons, à l'exemple de M. Schwarz, à développer v suivant les puissances de ξ et posons

$$v = v_0 + v_1 \xi + v_2 \xi^2 + \ldots. \tag{2}$$

Nous aurons, pour déterminer les v_i (qui doivent s'annuler à la frontière), la suite d'équations

$$\Delta v_0 + f = 0, \qquad \Delta v_{i+1} + v_i = 0. \tag{3}$$

Formons les intégrales de M. Schwarz

$$W_{m.n} = \int v_m v_n \, dt, \qquad V_{m.n} = \int \left(\frac{dv_m}{dx} \frac{dv_n}{dx} + \frac{dv_m}{dy} \frac{dv_n}{dy} + \frac{dv_m}{dz} \frac{dv_n}{dz} \right) d\tau,$$

étendues à tous les éléments $d\tau$ du domaine D.

» Bien que les fonctions v_n ne soient pas toujours positives, les propriétés de ces intégrales subsistent, et l'on a

$$W_{m.n} = V_{m+1.n} = W_{0.m+n} = W_{m+n},$$

en écrivant, pour abréger, W_{m+n} au lieu de $W_{0.m+n}$.

» De plus, ces intégrales sont toutes positives, et l'on a

$$\frac{W_1}{W_0} < \frac{W_2}{W_1} < \frac{W_3}{W_2} < \ldots. \tag{4}$$

Enfin on peut trouver un nombre Q ne dépendant que du domaine D et tel que l'on ait

$$|\varphi_n| < Q\sqrt{W_{2n-2}}.$$

Il résulte de là que, si

$$\lim \frac{W_{n+1}}{W_n} = \frac{1}{g},$$

la série (2) convergera *uniformément* pour

$$|\xi| < g$$

et satisfera à la question.

» Pour aller plus loin, j'invoquerai un théorème que j'ai démontré dans l'*American Journal of Mathematics* (t. XII, p. 253 à 259).

» Soit

$$\varphi = \alpha_1 \varphi_1 + \alpha_2 \varphi_2 + \ldots + \alpha_p \varphi_p,$$

$$A = \int \varphi^2 \, d\tau, \qquad B = \int \left[\left(\frac{d\varphi}{dx}\right)^2 + \left(\frac{d\varphi}{dy}\right)^2 + \left(\frac{d\varphi}{dz}\right)^2 \right] d\tau.$$

On peut toujours (quelles que soient les fonctions φ_i) choisir les coefficients α de telle façon que le rapport

$$\frac{B}{A}$$

soit plus grand qu'un nombre positif l_p qui ne dépend que du domaine D et du nombre entier p et qui croît définitivement avec p.

» Faisons alors

$$f = \alpha_1 f_1 + \alpha_2 f_2 + \ldots + \alpha_p f_p;$$

d'où

$$\varphi_n = \alpha_1 \varphi_{n.1} + \alpha_2 \varphi_{n.2} + \ldots + \alpha_p \varphi_{n.p}.$$

Nous pourrons alors choisir les α de telle façon que

$$\frac{V_{n.n}}{W_{n.n}} = \frac{W_{2n-1}}{W_{2n}} > l_p.$$

» Considérons les coefficients α comme les coordonnées homogènes d'un point dans l'espace à $p-1$ dimensions; nous pouvons choisir ce point de telle sorte que

$$\frac{W_1}{W_0} < \frac{W_2}{W_1} < \ldots < \frac{W_{2n}}{W_{2n-1}} < \frac{1}{l_p}.$$

» Si ce point satisfait à cette condition, il appartiendra à un certain domaine S_n; le domaine S_{n+1} sera intérieur à S_n; donc *tous les domaines* S_n

auront au moins un point commun; on pourra donc choisir les α de telle façon que

$$\lim \frac{W_{n+1}}{W_n} < \frac{1}{l_p},$$

et, par conséquent, pour que la série (2) converge uniformément pour

$$|\xi| < l_p.$$

» *Nous allons supposer maintenant que*

$$f_2 = \Delta f_1, \quad f_3 = \Delta f_2, \quad \ldots, \quad f_p = \Delta f_{p-1},$$

et que f_1 ait été choisi de telle sorte que $f_1, f_2, \ldots, f_{p-1}$ s'annulent à la frontière.

» Soit ensuite u_i une fonction s'annulant à la frontière et telle que

$$\Delta u_i + \xi u_i + f_i = 0.$$

On aura alors

$$u_i = \Delta u_{i-1},$$

ce qui donne, pour déterminer les u_i, les équations linéaires

$$(5) \quad \left\{ \begin{aligned} \alpha_1 u_1 + \alpha_2 u_2 + \ldots + \alpha_p u_p &= v, \\ u_2 + \xi u_1 &= -f_1, \\ u_3 + \xi u_2 &= -f_2, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots &\ldots, \\ u_p + \xi u_{p-1} &= -f_{p-1}, \end{aligned} \right.$$

» On en tire

$$(6) \qquad u_i = \frac{P_i}{\Pi},$$

P_i étant une fonction de ξ qui est holomorphe comme v pour $|\xi| < l_p$ et Π un polynome en ξ à coefficients constants. La fonction u_i est donc méromorphe pour $|\xi| < l_p$.

» La fonction f_1 est soumise à une condition restrictive écrite plus haut en *italiques;* mais la fonction f_p est quelconque.

» Il en résulte que la fonction u_p sera encore méromorphe pour $|\xi| < l_p$, quoique f_p soit choisi arbitrairement; et comme le nombre l_p croît indéfiniment avec p, elle sera méromorphe dans toute l'étendue du plan.

» Nous voyons d'abord que (pour $|\xi| < l_p$) P_i et ΔP_i sont développables suivant les puissances de ξ en séries uniformément convergentes et que

l'on a

$$\Delta P_i + \xi P_i + \Pi f_i = 0.$$

» D'ailleurs P_i s'annule à la frontière. Soit k un pôle de u_i, c'est-à-dire un zéro du polynome Π. Si nous faisons $\xi = k$, il restera

$$\Delta P_i + k P_i = 0.$$

» L'existence de fonctions satisfaisant à l'équation

$$\Delta u + ku = 0$$

se trouve donc démontrée.

» Ces résultats s'appliquent évidemment au cas d'un domaine à deux dimensions, c'est-à-dire au problème des vibrations d'une membrane. On peut, en ce qui concerne ce problème, les énoncer ainsi; M. Schwarz a démontré l'existence du son fondamental d'une membrane; M. Picard celle de la première harmonique; je démontre celle des harmoniques supérieures.

» Ces résultats s'étendraient encore au cas où la condition à la limite n'est pas la même et où, au lieu de s'écrire

$$u = 0,$$

elle s'écrirait

$$\frac{du}{dn} + hu = 0,$$

c'est-à-dire au problème du refroidissement d'un corps solide. »

MÉCANIQUE. — *Sur un moyen d'obtenir un mouvement circulaire uniforme au moyen de deux mouvements vibratoires;* par M. **Marcel Deprez.**

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, dans la séance du 19 février dernier, une Note de M. Lecornu sur le mouvement de deux points reliés par un ressort. Ce problème présente beaucoup de cas particuliers. Ainsi on peut supposer que l'un des points, le point A par exemple, est soumis à une force fonction du temps ou de l'espace, ou de ces deux variables en même temps, et l'on demande la loi du mouvement du point B. Mais il me paraissait surtout intéressant lorsque le point A est animé d'un mouvement vibratoire, et je demandai à M. Lecornu, qui s'était déjà occupé avec succès de questions analogues, s'il croyait que dans ce cas il

fût possible de communiquer au point B, par l'intermédiaire du ressort qui le réunit au point A, un mouvement vibratoire de même période et de même amplitude, mais ayant avec le premier une différence de phase d'un quart de période. Ce problème étant résolu, il devenait en effet facile de composer (soit optiquement par les procédés de Lissajous, soit mécaniquement au moyen d'organes cinématiques, que j'ai imaginés et appliqués il y a longtemps à l'indicateur de Watt) ces deux mouvements vibratoires sur un seul point qui serait ainsi animé d'un *mouvement circulaire uniforme* engendré par un moyen complètement différent de tous ceux qui ont été mis en œuvre jusqu'à présent.

» M. Lecornu voulut bien s'occuper de ce problème et trouva la solution qui figure aux *Comptes rendus* de la dernière séance. Il me signala d'abord la nécessité d'introduire dans la question une force résistante proportionnelle à la vitesse du point B et sans laquelle le résultat cherché ne pourrait être atteint. On retrouve ainsi la force amortissante dont M. Cornu a étudié les effets dans ses belles recherches sur la synchronisation des mouvements pendulaires.

» Mais ce qui rend la solution de M. Lecornu très intéressante, c'est la confirmation complète qu'elle vient apporter aux travaux de M. Cornu dans le cas où la force synchronisante, au lieu d'être très petite, comme l'a supposé M. Cornu, est au contraire d'une intensité quelconque. En effet, dans le problème qui nous occupe actuellement, le ressort agissant sur le point B supposé libre lui imprimerait, en général, une durée de vibration très différente de celle du point A, et c'est cependant cette dernière durée qui finit par prévaloir.

» Il est nécessaire cependant, pour que les phases diffèrent d'un quart de période, que la période vibratoire du ressort soit égale à celle de A. Cette condition est facile à remplir. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* AV (*Courty*, 1894 *février* 11), *faites à l'Observatoire de Paris;* par MM. O. Callandreau et G. Bigourdan.

Dates 1894.	Étoile.	Gr.	Planète — Étoile ΔR.	Planète — Étoile Δ Décl.	Nombre de compar.	Observ.
Févr. 23....	*a*	9	+0.9,54 (m s)	+1.12,6 (′ ″)	4:4	G. B.
23....	*a*	9	+0.7,67	+1.18,6	9:12	G. B.

Dates 1894.	Étoile.	Gr.	Planète — Étoile ΔÆ.	Planète — Étoile Δ Décl.	Nombre de compar.	Observ.
23....	*a*	9	+0.6,90 (m s)	+1.21,0 (′ ″)	4:4	G. B.
23....	*a*	9	+0.6,11	+1.24,4	4:4	O. C.
24....	*a*	9	−0.49,44	+4.5,7	9:6	O. C.
24....	*a*	9	−0.54,05	+4.18,7	12:16	G. B.

Positions de l'étoile de comparaison.

Dates 1894.	Étoile.	Ascens. droite moyenne 1894,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1894,0.	Réduction au jour.	Autorité.
Févr. 23..	*a* 2156 BD + 23°	9.46.53,66 (h m s)	+1,93 (s)	+23.7.2,0 (° ′ ″)	−2,5 (″)	Weisse₂ (n° 946)
24..	*a* 2156 BD + 23	9.46.53,66	+1,93	+23.7.2,0	−2,5	

Positions apparentes de la planète.

Dates 1894.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Févr. 23......	7.58.8 (h m s)	9.47.5,13 (h m s)	$\bar{1},533_n$	+23.8.12,1 (° ′ ″)	0,676
23......	8.48.23	9.47.3,26	$\bar{1},443_n$	+23.8.18,1	0,640
23......	9.8.52	9.47.2,49	$\bar{1},394_n$	+23.8.20,5	0,627
23......	9.31.45	9.47.1,70	$\bar{1},326_n$	+23.8.23,9	0,614
24......	9.56.30	9.46.6,15	$\bar{1},212_n$	+23.11.5,2	0,599
24......	12.5.37	9.46.1,54	$\bar{2},855$	+23.11.18,2	0,583

» *Remarques.* — 1894, février 24. La planète est de 12ᵉ grandeur.

» Les observations de M. Callandreau (O. C.) ont été faites à l'équatorial de la tour de l'Est, et celles de M. Bigourdan (G. B.) à l'équatorial de la tour de l'Ouest. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. G. **Korneik** adresse, de Kempen (Posnanie), un Mémoire contenant une démonstration du théorème de Fermat.

(Commissaires : MM. Picard, Poincaré).

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome CXVI des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

M. l'**Inspecteur général** de la Navigation adresse les États des crues et diminutions de la Seine, observées chaque jour au Pont Royal et au Pont de la Tournelle pendant l'année 1893.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'application de la méthode des approximations successives aux équations différentielles ordinaires du premier ordre.* Note de M. **Ernest Lindelöf**, présentée par M. Picard.

« 1. Considérons une équation différentielle du premier ordre

(1) $$\frac{dy}{dx} = f(x, y).$$

» Nous supposons que la fonction $f(x, y)$ soit finie et continue pour toutes les valeurs *réelles* de x et y satisfaisant aux inégalités $|x| < a$, $|y| < b$. De plus, on aura pour $|y'| < b$, x et y restant dans les mêmes intervalles,

(2) $$|f(x, y') - f(x, y)| < k|y' - y|,$$

k étant une constante positive.

» Pour trouver l'intégrale de l'équation (1) qui s'annule pour $x = 0$ on aura, d'après la méthode de M. Picard ([1]), à former une suite de fonctions $y_1, y_2, \ldots, y_n$, définies par les équations

$$\frac{dy_1}{dx} = f(x, 0), \qquad \frac{dy_2}{dx} = f(x, y_1), \qquad \ldots, \qquad \frac{dy_n}{dx} = f(x, y_n)_{-1},$$

les constantes d'intégration étant déterminées en sorte que ces fonctions s'annulent toutes pour $x = 0$. M. Picard démontre que la série

(3) $$y_1 + (y_2 - y_1) + (y_3 - y_2) + \ldots + (y_n - y_{n-1}) + \ldots$$

converge uniformément et représente l'intégrale cherchée lorsque x reste

([1]) *Traité d'Analyse*, II, p. 301; *Sur l'application des méthodes d'approximations successives à l'étude de certaines équations différentielles ordinaires* (*Journal de Mathématiques*, p. 217; 1893).

dans l'intervalle $(-h \text{——} +h)$, h étant la plus petite des trois quantités

$$(4) \qquad a, \quad \frac{b}{M}, \quad \frac{1}{k},$$

M désignant la valeur maxima de $|f(x, y)|$ pour $|x| < a$ et $|y| < b$.

» En modifiant un peu la démonstration de M. Picard, on peut montrer que le dernier terme, $\frac{1}{k}$, de la suite (4) peut être supprimé.

» Soit, en effet, M_0 la valeur maxima de $|f(x, 0)|$ pour $|x| < a$ et désignons par h_1 la plus petite des quantités a et $\frac{b}{M}$. Tant que $|x| < h_1$, les valeurs de $y_1, y_2, \ldots$ resteront comprises entre les limites $-b$ et $+b$ et l'on aura par suite

$$|y_1| = \left|\int_0^x f(x, 0)\,dx\right| < \frac{M_0}{k}|kx|,$$

$$|y_2 - y_1| = \left|\int_0^x [f(x, y_1) - f(x, 0)]\,dx\right| < \int_0^{|x|} k|y_1|\,dx < \frac{M_0}{k}\frac{|kx|^2}{2!},$$

. . . . ,

$$|y_n - y_{n-1}| = \left|\int_0^x [f(x, y_{n-1}) - f(x, y_{n-2})]\,dx\right| < \int_0^{|x|} k|y_{n-1} - y_{n-2}|\,dx < \frac{M_0}{k}\frac{|kx|^n}{n!},$$

. . . .

» La série (3) sera donc certainement convergente et représentera l'intégrale cherchée dans tout l'intervalle $(-h_1 \text{——} +h_1)$ [1].

» On peut encore remplacer la limite $\frac{b}{M}$ par une autre qui sera, dans bien des cas, moins restreinte que celle-là. Les inégalités précédentes nous montrent, en effet, qu'on aura $|y_i| < b$ $(i = 1, 2, \ldots)$, pourvu qu'on ait

$$|x| < a, \qquad \frac{M_0}{k}(e^{|kx|} - 1) < b,$$

conditions qui sont remplies dans l'intervalle $(-h_2 \text{——} +h_2)$, h_2 étant la plus petite des quantités

$$a \quad \text{et} \quad \frac{1}{k}\log\left(1 + \frac{kb}{M_0}\right).$$

On peut donc affirmer que la série (3) converge dans l'intervalle

$$(-h_2 \text{——} +h_2).$$

---

[1] Depuis que cette Note a été présentée à l'Académie, j'ai appris que ce même résultat a déjà été trouvé, quoique par une voie moins directe, par M. I. Bendixson à Stockholm (*Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens förhandlingar*, le 8 novembre 1893).

» Il est bien évident que ce dernier intervalle sera, dans certains cas, plus large que l'intervalle $(-h_1 —— +h_1)$.

» 2. Le champ de convergence de la série (3) est, en général, limité. On peut cependant indiquer des cas assez étendus où cette série sera toujours convergente. Alors l'intégrale restera finie et, ce qui nous intéresse le plus, sera représentée par un même développement pour toute valeur de x. C'est ce qui aura lieu dans les deux cas suivants.

» (a). La fonction $f(x,y)$ est continue dans tout le plan, et l'on peut déterminer, pour la partie du plan comprise entre deux droites quelconques parallèles à l'axe des y, un nombre k tel que l'inégalité (2) ait lieu (le nombre k pouvant, d'ailleurs, tendre vers l'infini). Soit, par exemple, l'équation

$$\frac{dy}{dx} = \mathrm{A}(x) + \mathrm{B}(x)y + \mathrm{C}(x)\frac{y}{\sqrt{1+y^2}},$$

$\mathrm{A}(x)$, $\mathrm{B}(x)$, $\mathrm{C}(x)$ étant des fonctions quelconques continues pour toute valeur de x.

» (b). La fonction $f(x,y)$ est continue dans tout le plan; il existe un nombre k relatif à un domaine fini quelconque; dans la bande limitée par deux parallèles quelconques à l'axe des y, le module de $f(x,y)$ reste inférieur à un nombre fixe.

» 3. Considérons maintenant le cas suivant. Soit $f(x,y)$ une fonction continue et positive pour $x > 0$, $y > 0$, et supposons que, pour une valeur quelconque x_1 de x, on puisse trouver une valeur y_1 telle que, dans le triangle formé par les droites

$$(5) \qquad y = 0, \qquad x = x_1, \qquad y = \frac{y_1}{x_1}x,$$

on ait $f(x,y) < \frac{y_1}{x_1}$. D'ailleurs, à tout domaine fini il correspondra un nombre k. Ces conditions supposées remplies, *la série* (3) *sera convergente pour toute valeur positive de x et représentera l'intégrale de* (1) *s'annulant pour $x = 0$*.

» Considérons comme application l'équation suivante

$$(6) \qquad \frac{dy}{dx} = \mathrm{C} + \frac{y^2}{a + x^2},$$

où C et a sont des constantes positives. Dans le triangle formé par les droites (5), le second membre a pour valeur maxima, en posant $\frac{y_1}{x_1} = \alpha$,

$$\mathrm{C} + \frac{\alpha^2}{1 + \frac{a}{x_1^2}},$$

quantité plus petite que $C + \alpha^2$ et qui tend vers cette limite lorsque x tend vers l'infini. Donc, pour que l'intégrale dont il s'agit soit finie et continue pour toute valeur positive de x, il faut et il suffit qu'on puisse trouver une valeur réelle de α satisfaisant à l'inégalité $\alpha^2 + C \leqq \alpha$, condition qui est réalisée pour $C \leqq \frac{1}{4}$. Pour ces valeurs de C, la courbe intégrale est située tout entière entre les deux droites

$$y = 0 \qquad \text{et} \qquad y = \left(\tfrac{1}{2} - \sqrt{\tfrac{1}{4} - C}\right)x.$$

» 4. Pour terminer, voici encore un théorème assez général :

» Soit $f(x, y)$ une fonction continue et positive pour $x > 0$, $y > 0$, et qui va constamment en croissant ou bien constamment en décroissant lorsque y croît. Je suppose d'ailleurs qu'il existe un nombre k relatif à un domaine fini quelconque. *Si l'équation* (1) *admet une intégrale finie et continue pour $x > 0$, celle-ci nous sera nécessairement fournie par les approximations successives dont la suite sera convergente pour toute valeur positive de x.*

» Nous nous sommes borné, dans cette étude, au cas d'une seule équation et nous n'avons considéré que l'intégrale qui s'annule pour $x = 0$. Cependant, il est évident que les résultats précédents s'étendent à un système d'un nombre quelconque d'équations et à des valeurs initiales quelconques des variables. »

Observations sur la Communication précédente ;
par M. **Émile Picard**.

« Si l'on applique les approximations successives au cas où, dans l'équation

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y)$$

la fonction f est holomorphe en x et y à l'intérieur des cercles C et C′ de rayons a et b décrits des points $x = 0$ et $y = 0$ comme centres et a pour module maximum M dans ces cercles, l'intégrale se trouve représentée par la série

$$(\Sigma) \qquad y_1 + (y_2 - y_1) + \ldots + (y_n - y_{n-1}) + \ldots,$$

dont chaque terme est holomorphe à l'intérieur du cercle ayant l'origine pour centre et un rayon h, en désignant par h la plus petite des deux quantités

$$(1) \qquad a \quad \text{et} \quad \frac{b}{M}.$$

» En appliquant ici l'heureuse modification faite par M. Lindelöf dans la Note précédente, on voit très facilement que la série (Σ) représentera à l'intérieur du cercle de rayon h une fonction holomorphe, et de cette façon se trouve établi que le rayon du cercle de convergence de l'intégrale s'annulant pour $x = 0$ est au moins égal à la plus petite des quantités (1). J'ai établi autrefois ce résultat, mais d'une manière moins rapide (*Bulletin des Sciences mathématiques*, 1888). On sait que le calcul des limites conduit à un rayon plus petit. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mode de combustion des explosifs balistiques usuels*. Note de M. **P. Vieille**, présentée par M. Sarrau.

« Les matières explosives utilisées dans les applications balistiques se présentent sous la forme de grains ou de masses compactes dont les dimensions varient dans de larges limites, suivant le type de l'explosif et suivant l'arme à laquelle il est destiné.

» Le mode de fonctionnement le plus simple que puissent présenter de semblables matières est celui dans lequel la combustion se propage par des surfaces parallèles aux surfaces primitives du grain : dans ce cas, en effet, la quantité de matière brûlée à chaque instant peut s'exprimer en fonction des dimensions primitives du grain et de la vitesse élémentaire de combustion normale supposée connue.

» Inversement, si, dans une transformation quelconque, la quantité de matière brûlée est connue en fonction du temps et de la pression, la valeur de la vitesse élémentaire de combustion s'obtiendra en fonction des mêmes variables et cette donnée jointe à la force de la substance évaluée, soit théoriquement, soit par la mesure des pressions en vase clos, définit complètement l'explosif au point de vue balistique.

» L'enregistrement de la loi de développement des pressions produites en vase clos par la combustion d'un explosif permet d'obtenir la loi des

quantités brûlées dans des conditions particulièrement simples, parce que, dans ce cas, la pression ne dépend à chaque instant que de la fraction x de la charge brûlée. La loi d'Abel ou de Clausius

$$P = \frac{f\Delta}{1 - \alpha\Delta},$$

se transforme en effet lorsqu'on y remplace Δ, densité moyenne des produits de la combustion, par sa valeur en fonction de x, dans l'expression

$$x = \frac{1}{1 + \frac{1 - \alpha\Delta_0}{1 - \frac{\Delta_0}{\delta}} \frac{P_0 - P}{P}},$$

où P_0 représente la pression maximum finale et Δ_0 la densité moyenne des produits correspondant à l'entière combustion de la charge, P la pression à un instant quelconque, α le covolume et δ la densité de l'explosif.

» Le tracé fournissant P en fonction du temps, x et, par suite, la vitesse élémentaire peuvent être exprimés au moyen de l'une ou l'autre de ces variables.

» L'application de cette méthode est subordonnée à la vérification de l'exactitude de l'hypothèse concernant le mode de combustion par surfaces parallèles qui lui sert de base.

» Cette vérification s'obtient en comparant les lois de combustion en vase clos de charges égales formées de grains géométriquement semblables découpés à la scie dans une même matière explosive. On démontre, en effet, que, si une matière explosive brûle par surfaces parallèles, les charges ainsi constituées donnent en vase clos des lois de développement des pressions en fonction du temps qui ne diffèrent que par l'échelle des temps, qui est réduite dans le rapport de similitude.

» Il en résulte qu'en particulier les rapports des durées totales de combustion, de même que les rapports inverses des tangentes aux points des tracés où les pressions sont les mêmes, sont égaux au rapport de similitude.

» Tel est le criterium que nous nous sommes proposé d'appliquer tout d'abord au mode de combustion des poudres usuelles sous les pressions de plusieurs milliers d'atmosphères, qui sont les pressions normales du fonctionnement balistique.

» Ces poudres se divisent en deux catégories : la première se compose des poudres noires ou brunes de l'ancien armement, formées d'un mélange

de salpêtre, soufre et charbon, moulé sous forme de grains parallélépipédiques ou prismatiques à canal central, dont les côtés atteignent 3^{cm} à 4^{cm} pour les poudres destinées aux canons de gros calibre; la deuxième catégorie comprend les poudres colloïdales introduites dans les armements européens postérieurement à l'année 1884; ces poudres, constituées en tout ou partie par du coton-poudre gélatiné par des dissolvants appropriés, se présentent sous la forme de filaments ou de lanières dont une dimension au moins présente toujours une valeur très faible par rapport aux dimensions des poudres noires qu'elles remplacent au point de vue balistique.

» Les Tableaux suivants renferment les résultats de quelques-unes des très nombreuses expériences comparatives que nous avons effectuées :

Poudres noires ou brunes.

Nature de la poudre.	Densité de chargement.	Pression maxima en kilogr. par centimètre carré.	Rapport de similitude des charges.	Durées observées (en millièmes de seconde).	Rapport.	$\frac{dp}{dt}$ maximum (en tonnes par seconde).	Rapport inverse.
Poudre française $\frac{30}{40}$....	0,4	1600	2,0	7,64 7,95	0,9	498,0 460,0	0,9
Poudre française $\frac{26}{34}$....	0,6	3000	3,7	10,56 8,86	1,2	212,5 206,8	1,0
Poudre allemande prismatique brune PRH.	0,6	3000	3,2	23,75 16,55	1,4	220,3 267,6	1,2
Poudre chinoise prismatique brune	0,6	3000	2,0	15,86 16,04	1,0	254,4 248,8	1,0

» Il résulte de ces nombres que les poudres noires ou brunes de l'ancien armement, utilisées tant en France qu'à l'étranger, sont loin de présenter, même approximativement, la combustion par surfaces parallèles; les rapports des durées totales de combustion ou des tangentes aux points des tracés où la pression est la même restent constamment très voisins de l'unité, alors que le rapport de similitude des grains comparés s'élève à 3,7. Les tracés obtenus dans chaque couple d'expériences sont sensiblement superposables et montrent que ces poudres se désagrègent, sous l'influence de pressions très faibles, en éléments dont les dimensions sont sans rapport susceptible d'être évalué *a priori* avec les dimensions primitives du grain.

Poudres colloïdales.

Nature de la poudre.	Densité de chargement.	Pression maxima.	Rapport de similitude.	Durées observées.	Rapport.	$\frac{dp}{dt}$ maximum.	Rapport inverse.
Échantillon poudre au coton-poudre pur (type des poudres allemandes)	0,2	2400 kg	4,0	18,55 ms / 4,35	4,3	240,0 / 1091,0	4,5
Échantillon coton-poudre nitraté, poudre BN industrielle française	0,2	1900	2,0	41,95 / 19,52	2,1	68,2 / 139,8	2,0
Balistite Nobel (Bilbao)	0,2	2600	3,0	18,60 / 7,16	2,6	201,1 / 558,4	2,8
Échantillon type de la cordite anglaise	0,2	2600	3,0	5,50 / 1,83	3,0	658,7 / 238,6	3,6

» Il résulte de ces nombres que les poudres colloïdales modernes satisfont avec une grande exactitude au criterium de la combustion par surfaces parallèles, et l'on peut dire que ce sont les premières matières fonctionnant suivant ce mode qui aient été introduites dans les approvisionnements de guerre. »

PHYSIQUE. — *Sur les lois fondamentales de la chaleur.* Note de M. G. **Mouret**, présentée par M. Mallard.

« Sadi Carnot a établi, en 1824, un principe qui rattache les phénomènes de la chaleur et ceux du mouvement. Plus tard, la connexion a été complétée par le principe de l'équivalence. Ce principe et le principe de Carnot sont des principes de la Thermodynamique, science des relations entre la chaleur et le travail. L'un et l'autre supposent établies au préalable et prises pour données les lois spéciales aux phénomènes thermiques. Or, si les résultats expérimentaux dont ces lois devraient indiquer le caractère général et abstrait sont maintenant tous rassemblés, il s'en faut qu'ils aient reçu leur meilleur mode d'expression. Les théories, celle du calorique, bien qu'aujourd'hui condamnée, la théorie cinétique, pour le moment en grande faveur, prennent encore souvent le pas sur l'exposé méthodique des faits et viennent compromettre la rigueur des raisonnements. L'enchevêtrement, dans un même corps de doctrine, des lois et notions de la chaleur et de celles, plus générales, de la Thermodynamique, con-

tribue grandement à accroître les difficultés d'interprétation des phénomènes constatés.

» Sans entrer ici dans un exposé systématique complet, qui paraîtra ultérieurement, nous voulons indiquer sommairement comment la science de la chaleur, débarrassée de toute considération sur le travail ou l'énergie, débarrassée aussi de toute hypothèse, peut être assise, à la façon de la Mécanique rationnelle, sur un petit nombre de lois générales qui, résumant tous les phénomènes thermiques connus de l'ordre considéré, permettent de prévoir, par de pures déductions mathématiques, ce qui se passera dans chaque cas particulier, et servent de base à une définition rationnelle des deux notions fondamentales (outre celle de température définie par l'équilibre thermique), la notion d'entropie et la notion de quantité de chaleur.

» Les changements que subissent les corps de température et pression uniformes, à un état physique et chimique invariable, ou en équilibre à ce point de vue, se classent en deux groupes inconciliables et en quelque sorte opposés : 1° les changements réversibles des corps isolés thermiquement ou changements adiabatiques; 2° les changements, réversibles ou non, pouvant tirer leur cause d'une différence de température avec le milieu. Ces derniers changements sont susceptibles de se déterminer mutuellement, lorsque certaines corrélations se trouvent établies entre les corps, sièges des changements, corrélations qui sont d'ailleurs de deux sortes; ou directes par conduction, auquel cas elles sont irréversibles, les changements corrélatifs s'effectuant dans des sens déterminés strictement par le sens des écarts de températures; ou indirectes, réalisables grâce à la machine décrite par Carnot, et alors elles sont réversibles.

» Considéré au point de vue des corrélations réversibles, l'enchaînement par cette voie, de changements non adiabatiques se déterminant mutuellement est soumis à une loi fondamentale que j'ai déjà eu l'occasion d'énoncer dans un travail antérieur (1), à savoir que si les corps d'un système ne sont pas, par l'effet des corrélations réversibles, tous revenus à leur état initial, *deux d'entre eux au moins ont subi des changements de sens inverse*.

» En s'appuyant sur cette loi, on reconnaît immédiatement que deux successions adiabatiques distinctes d'un même corps ne peuvent provenir d'un même état initial, que deux changements réversibles à des tempéra-

(1) *Sadi Carnot et la science de l'énergie* (*Revue générale des Sciences* du 15 juillet 1892).

tures différentes, compris entre ces deux successions, c'est-à-dire appartenant, toute question de sens mise à part, à un même cycle de Carnot, sont *équivalents*. Nous entendons par là qu'ils sont susceptibles de déterminer respectivement par voie réversible un même changement dans tout autre corps. Voilà l'origine véritable de la notion de l'*entropie*, grandeur qui par définition reste constante pendant un changement adiabatique, et dont les variations représentées par l'un quelconque (puisqu'ils sont tous équivalents) des changements réversibles non adiabatiques correspondants, sont par là *directement* mesurables, sans qu'il y ait à considérer des quantités de chaleur, ni à mesurer des températures. Le nombre de fois qu'il faut répéter un certain changement pris comme unité, par exemple, la fusion de 1^{kg} de glace à 0°, pour déterminer dans un corps quelconque, *et par voie réversible*, une succession de changements qui fassent parvenir ce corps de l'état initial A à l'état final B, est la mesure de la variation d'entropie entre ces deux états A et B.

» Considérés au point de vue de la corrélation irréversible par conduction, les changements non adiabatiques, grâce à une loi de conservation parallèle à la précédente, offrent, à ce second point de vue, une autre espèce de rapport, équivalence et inéquivalence, sur laquelle reposent directement, de la manière qui vient d'être indiquée pour les variations d'entropie, la notion de *quantité de chaleur* et la mesure directe de cette quantité.

» De plus, la succession de changements en corrélation irréversible donne lieu à la loi fondamentale suivante due à Clausius : *Dans tout système isolé thermiquement et hors d'équilibre sous n'importe quel rapport, la transformation irréversible qui s'accomplit lorsque le système est abandonné à lui-même est accompagnée d'un accroissement de l'entropie totale du système* (¹).

» Comme corollaire, d'ailleurs vérifiable directement par l'expérience, la quantité de chaleur mise en jeu par une variation donnée d'entropie est d'autant plus grande que la température est plus élevée, en sorte que dans le cycle de Carnot il y a, suivant le sens, création ou destruction de chaleur (résultat de démonstration complètement indépendant de l'exac-

---

(¹) Nous devons à M. Aries un autre énoncé que voici : Dans tout système subissant une transformation irréversible, l'un des corps au moins a absorbé définitivement de la chaleur. Cet énoncé ne faisant pas intervenir explicitement l'entropie, la vérification expérimentale directe paraît plus facilement réalisable.

titude du principe de l'équivalence). On peut ainsi comparer des écarts de température par les quantités correspondantes de chaleur détruite ou créée dans une variation donnée d'entropie, et de là dérive la notion de température absolue de William Thomson, avec son équivalent analytique, qui est la relation bien connue

$$dQ = T\,dS.$$

» La première des lois fondamentales énoncées dans cette Note se rattache à la notion de *l'interdépendance* des phénomènes, ou *interaction* des forces de la nature, notion mise en relief par Robert Mayer, Helmholtz, Ernst Mach, etc., et sur laquelle nous avons appelé l'attention, dans nos études relatives à l'origine et à la formation des notions mathématiques (*Revue philosophique*, n^{os} 187, 188, 197, 211). M. Lippmann par son principe de la conservation de l'électricité, M. Le Chatelier dans une Note récente présentée ici même (26 juin 1893) ont aussi signalé des relations qui viennent à l'appui d'une manière si générale et si féconde d'envisager les phénomènes mécaniques, physiques et chimiques.

» Ces trois lois sur la conservation de l'entropie dans les opérations réversibles, sur la conservation de la chaleur dans la conduction, et sur l'augmentation de l'entropie dans les opérations irréversibles, ne paraissent pas susceptibles d'être déduites d'une loi plus générale. Il faut donc les considérer comme les lois fondamentales de la chaleur. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un moyen de compenser la force électromotrice d'une pile hydro-électrique.* Note de M. **J. Schürr**, présentée par M. Mascart.

« La force électromotrice d'une pile est modifiée, comme on le sait, par la formation de couples locaux, dus aux impuretés métalliques des électrodes. Est-il possible d'obtenir, à l'aide d'autres couples locaux, des différences de potentiel variables à volonté et capables de compenser les variations de la force électromotrice de la pile? Les recherches suivantes contribueront peut-être à la résolution de ce problème.

» Décrivons d'abord l'appareil employé. Il consiste en un vase cylindrique en verre, ayant 8^{cm} de diamètre et une égale hauteur, dans lequel on introduit le liquide à expérimenter. On le fixe, d'une manière invariable, sur un cercle horizontal en bois, portant 360°, et mobile sur un point vertical qui se trouve dans le prolongement de l'axe géométrique du vase.

Deux index ont été mis sur la partie immobile de l'appareil, vis-à-vis des extrémités d'un même diamètre du cercle. Ils déterminent avec l'axe un plan invariable dans l'espace. C'est dans ce plan que l'on place deux électrodes, reliées entre elles, soit directement dans le liquide, soit à l'extérieur par un fil métallique. Elles constituent une pile à circuit fermé. Nous l'appellerons *le couple local;* le plus souvent, l'une des électrodes était en charbon et l'autre en zinc, soutenues par un support isolant, indépendant du vase. Il était possible de les déplacer dans un sens horizontal, ou dans un sens vertical.

» On relie enfin les deux bornes d'un électromètre capillaire à deux électrodes en cuivre, plongeant dans le liquide, et fixées d'une manière définitive contre la surface intérieure du verre, dans deux positions diamétralement opposées par rapport à l'axe.

» Il importe de déterminer leur différence de potentiel, avant l'emploi du couple local et aussitôt après. Si l'on trouve, par exemple, $0^{volt},03$ dans le premier cas, et $0^{volt},02$ dans le second, et que l'expérience ait duré une heure, on pourra admettre que la différence de potentiel a diminué de $0^{volt},01$ d'une manière uniforme pendant ce temps. On en tiendra compte.

» 1° On met de l'eau ordinaire dans le vase et l'on y plonge les électrodes charbon-zinc (reliées extérieurement par un fil conducteur) à une distance de 1^{cm} des électrodes-bornes en cuivre. Aussitôt l'électromètre accuse une différence de potentiel telle que la borne la plus rapprochée du charbon soit négative. Elle diminue ensuite et atteint une valeur sensiblement constante, après une durée de vingt minutes environ. Si l'on remplace l'eau par une solution saturée de sulfate de zinc, sans rien changer à la disposition précédente, on obtient une valeur constante après cinq minutes; mais cette valeur limite est beaucoup plus faible que la première, elle n'en vaut que le $\frac{1}{7}$, en moyenne.

» Quand on fait varier la nature du liquide, ainsi que celle des électrodes, on remarque toujours que la différence de potentiel augmente :

» (*a*) Avec la résistance spécifique du liquide;

» (*b*) Avec la grandeur de la surface immergée des électrodes, d'abord rapidement, puis très lentement. Avec l'eau et le couple charbon-zinc, on obtient facilement une variation de $0^{volt},10$ à $0^{volt},80$. Avec des liquides très conducteurs, la variation est au contraire très faible.

» 2° Déplaçons horizontalement les électrodes du couple, dans le plan des index, de manière que leurs distances à l'axe du vase deviennent

égales, successivement à 1^{cm}, 2^{cm}, 3^{cm}. L'électromètre indique une nouvelle série de variations de potentiel, la hauteur immergée des électrodes restant la même. On a trouvé, dans l'exemple choisi, les nombres $0^{volt},10$, $0^{volt},31$, $0^{volt},75$. Pour des liquides très conducteurs, ces variations sont sensiblement nulles.

» 3° Laissons maintenant les électrodes charbon-zinc dans une position fixe, par exemple à une distance de $1^{cm},8$ de l'axe du vase pour chacune d'elles, et imprimons une rotation à celui-ci. Les électrodes-bornes en cuivre, qui en sont solidaires, tournent en même temps.

» On observe une dernière série de variations pour la différence de potentiel aux bornes de l'appareil. C'est ainsi que, pour une certaine hauteur du liquide, nous avons obtenu les valeurs $0^{volt},30$, $0^{volt},215$, $0^{volt},15$, $0^{volt},08$, 0 volt pour les angles correspondants : 0°, 30°, 45°, 60°, 90°.

» Pour une hauteur de liquide un peu moindre, nous avons eu les valeurs : $0^{volt},25$, $0^{volt},18$, $0^{volt},12$, $0^{volt},6$, 0 volt pour les angles correspondants : 0°, 30°, 45°, 60°, 90°.

» Il est intéressant de remarquer que, si l'on désigne par E_0 la différence de potentiel aux bornes, lorsque les quatre électrodes sont dans un même plan, et si l'on désigne par ω, après rotation, l'angle du plan des électrodes-bornes avec celui des électrodes du couple, on a sensiblement la relation, pour la nouvelle valeur E_ω :

$$E_\omega = E_0 \cos^2 \omega.$$

» Pour qu'elle soit applicable, il suffit que la valeur E_0 reste invariable dans une série d'expériences, comme on doit le vérifier. Il en résulte que, si la quantité E_0 subit une très lente diminution dans un espace de temps relativement long, il sera encore possible d'appliquer la relation précédente dans un temps relativement court.

» 4° Nous nous sommes servi de ces résultats pour la mesure des forces électromotrices des piles usuelles en circuit ouvert. Nous avons intercalé notre compensateur dans le circuit, avec un nombre convenable de piles Daniell, les extrémités du circuit étant reliées aux bornes d'un électromètre capillaire. La rotation du vase produira le même effet que la pression compensatrice de l'électromètre.

» 5° Remplaçons les électrodes-bornes en cuivre par des électrodes-bornes, l'une en zinc, par exemple, l'autre en cuivre. Avant l'introduction du couple local charbon-zinc, on aura une pile ordinaire en circuit ouvert. Après son introduction, et suivant sa direction, on aura une force électro-

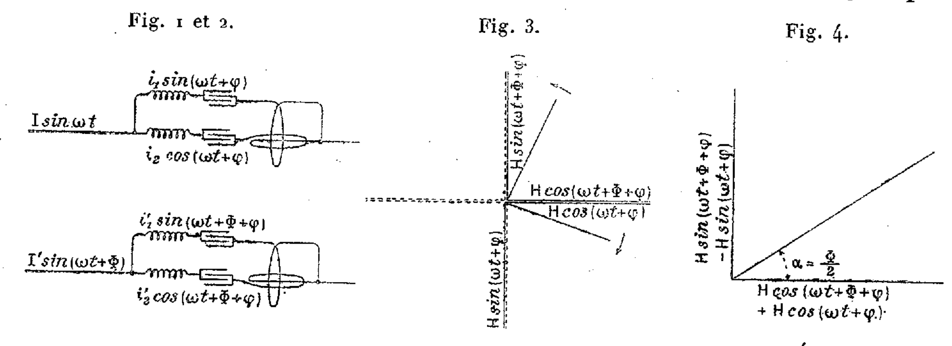
motrice nouvelle. Nous compléterons ces résultats dans une prochaine Communication. »

ÉLECTRICITÉ. — *Mesure de la différence de phase entre deux courants alternatifs sinusoïdaux de même période.* Note de M. **Albert Hess**, présentée par M. A. Cornu.

« En cherchant une méthode qui permît de déterminer directement l'angle de différence de phase entre deux courants sinusoïdaux, j'ai été conduit aux résultats suivants :

» Avec chacun des courants $I \sin \omega t$ et $I' \sin(\omega t + \Phi)$, $\left(2\pi \frac{t}{T} = \omega\right)$, on crée un champ magnétique tournant. Il suffit, à cet effet, de faire passer chaque courant dans deux bobines à axes perpendiculaires et faisant partie de deux circuits dérivés à inductance telle que les courants qui y circulent présentent entre eux une différence de phase d'un quart de période (voir *fig.* 1 et 2). On règle les courants dans les bobines de façon qu'ils

Fig. 1 et 2. Fig. 3. Fig. 4.



aient même amplitude : $i_1 = i_2 = i'_1 = i'_2$, et l'on dispose les circuits de manière que les deux champs tournent en sens opposés (*fig.* 3). En les faisant agir au même point, les deux champs tournants donnent alors une résultante fixe dans l'espace, et dont l'orientation fait avec l'origine un angle égal à la demi-différence de phase. On a, en effet (*fig.* 4),

$$\operatorname{tang}\alpha = \frac{H \sin(\omega t + \Phi + \varphi) - H \sin(\omega t + \varphi)}{H \cos(\omega t + \Phi + \varphi) + H \cos(\omega t + \varphi)} = \operatorname{tang}\frac{\Phi}{2}.$$

» L'orientation de ce champ fixe peut être déterminée à l'aide d'une petite aiguille de fer doux suspendue au centre d'action du champ [1].

[1] La détermination de Φ par la moitié de sa valeur lève l'indétermination que comporterait une semblable aiguille.

» L'angle Φ serait évidemment nul si l'on faisait passer le même courant dans les deux paires de circuits II' mis en série. Cette remarque définit expérimentalement l'*origine* géométrique de cet angle.

» Si l'on mettait en dérivation ces deux paires de circuits on arriverait, après réglage, au même résultat; mais, si cette disposition est moins commode pour déterminer l'origine, elle offre l'avantage de déterminer le *signe* de la dérivation correspondante. En effet, en intercalant respectivement à l'entrée de chaque paire II' des bobines BB' de même résistance apparente et de self-induction inégale, on crée une différence de phase de signe connu.

» Dans la pratique, la création d'une différence de phase d'un quart de période entre deux courants alternatifs exige l'emploi de condensateurs. On peut éviter d'employer ces appareils en usant d'un artifice qui constitue en même temps un moyen intéressant pour obtenir un champ magnétique tournant d'intensité constante à l'aide de deux courants à différence de phase quelconque.

» Si l'on a deux courants créant respectivement des champs $h \sin \omega t$ et $h \sin(\omega t + \Psi)$, il suffit de composer ces derniers précisément sous cet angle Ψ pour que leur résultante soit constante; elle a, en effet, pour valeur

$$H = [h^2 \sin^2 \omega t + h^2 \sin^2(\omega t + \Psi) - 2h^2 \sin \omega t \sin(\omega t + \Psi) \cos \Psi]^{\frac{1}{2}} = h \sin \Psi.$$

» Pour $\Psi = 90°$ on est ramené au cas précédent.

» Dans les deux dispositifs décrits ci-dessus, les quatre champs magnétiques qu'il s'agit de composer doivent avoir même amplitude. On peut les régler de trois façons différentes, soit en faisant varier : 1° la résistance du circuit; 2° le nombre de spires actives des bobines; 3° la distance des bobines au centre d'intersection des champs.

» Si, au lieu de courants, on préférait se servir dans cette méthode de mesure de différences de potentiel, on pourrait avoir recours aux champs électrostatiques formés entre des armatures de condensateurs, que l'on composerait d'après le même principe. »

CHIMIE. — *Action de la chaleur sur les azotites doubles alcalins des métaux du groupe du platine : Composés du ruthénium.* Note de MM. **A. Joly** et **E. Leidié**, présentée par M. Troost.

« Nous avons montré antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 1259) comment l'emploi de l'azotite de potassium permettait de séparer des mé-

taux communs et de séparer entre eux quelques-uns des métaux du groupe du platine et d'effectuer rapidement l'analyse qualitative de leurs alliages. Nous sommes même en mesure d'établir qu'il est possible d'appliquer l'azotite de potassium concurremment avec l'électrolyse, pour le dosage précis du platine, du palladium et du rhodium alliés entre eux ou à d'autres métaux.

» Mais l'étude des azotites des métaux du groupe du platine est intéressante à un autre point de vue. On pouvait prévoir que ces composés, riches en oxygène et faciles à décomposer à basse température, permettraient de préparer des composés oxygénés difficiles à obtenir par d'autres méthodes: c'est ce que l'expérience a vérifié. Nous commencerons cette étude par le ruthénium, dont les composés oxygénés compris entre le peroxyde RuO^4 et le bioxyde RuO^2 ont été étudiés en détail, ce qui n'est pas le cas des composés oxygénés du rhodium et de l'iridium.

» *Azotites ruthénium-potassium.* — Deux azotites doubles de ruthénium et de potassium ont été décrits antérieurement (A. Joly et Vèzes, *Comptes rendus*, t. CIX, p. 667). Une nouvelle étude de ces composés nous conduit à modifier légèrement leurs formules.

» 1° Sel *rouge-orangé*, très soluble, formé en liqueur neutre, l'azotite alcalin étant employé en quantité strictement suffisante pour effectuer la transformation du chlorure :

$$Ru^2(AzO^2)^6, 4AzO^2K.$$

» 2° Sel *jaune* très peu soluble dans l'eau, formé en liqueur alcaline, en présence d'un excès d'azotite alcalin, anhydre ou retenant H^2O suivant qu'il est préparé à 100° ou à froid :

$$Ru^2O(AzO^2)^4, 8AzO^2K.$$

» *Azotites ruthénium-sodium.* — Ces composés n'ont pas encore été décrits. En ajoutant progressivement de l'azotite de sodium à une dissolution de sesquichlorure de ruthénium, à 60° ou 80°, jusqu'à ce que la liqueur soit neutre, on obtient une liqueur jaune orangé qui laisse déposer des cristaux du sel

$$Ru^2(AzO^2)^6, 4AzO^2Na + 4H^2O;$$

c'est le seul composé que l'on obtienne en opérant ainsi.

» Les cristaux jaune orangé, dichroïques sont des prismes clinorhombiques (H. Dufet); ils sont très solubles dans l'eau et peuvent être purifiés

par des cristallisations répétées sans subir d'altération. Chauffé avec de l'acide chlorhydrique étendu, le sel perd les quatre cinquièmes de son azote et donne le chlorure nitrosé $Ru.AzO.Cl^3, 2NaCl$; additionnée de potasse et saturée de chlore, sa dissolution laisse dégager le ruthénium à l'état de peroxyde volatil. On vérifie ainsi aisément l'absence de tout métal étranger appartenant au groupe du platine.

» Nous avons pu réaliser la préparation de 5^{kg} à 6^{kg} de ce sel en transformant en chlorures doubles sodiques (60^{kg}), puis en azotites des résidus de préparation de l'iridium riches en ruthénium. On a éliminé par filtration à la trompe un azotite mixte rhodium-iridium-sodium peu soluble dans un excès de sel marin, et dans les eaux mères le ruthénium s'est concentré et a déposé les cristaux de l'azotite précédent. On voit que l'on peut appliquer la réaction de l'azotite de sodium à la séparation d'un métal qui n'existait qu'en petite quantité dans la matière première.

» *Action de la chaleur.* — L'action de la chaleur a porté sur le sel potassique $Ru^2O(AzO^2)^4, 8AzO^2K$ et sur le sel sodique $Ru^2(AzO^2)^6, 4AzO^2K$.

» *Sel potassique.* — A 360° et à 440° dans le vide, décomposition brusque, explosive; en quelques minutes, on recueille un mélange d'azote et de bioxyde d'azote. En reprenant par l'eau bouillante, on a une liqueur renfermant de l'azotite alcalin et ne contenant plus trace de ruthénium, et un produit noir de composition $3Ru^2O^5, K^2O$. L'un de nous avait obtenu antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXIII, p. 694), en décomposant l'heptaruthénate de potassium RuO^4K par la chaleur, à 440°, un composé $6Ru^2O^5, K^2O$. Ces faits établissent nettement le rôle acide du corps Ru^2O^5, H^2O ou $Ru^2O^6H^2$ (*acide hyporuthénique*), qui se forme lorsque le peroxyde RuO^4 se décompose spontanément en présence de l'eau, à la température ordinaire, mais dont on n'isole d'ailleurs ainsi que des sels acides.

» 2° *Sel sodique.* — Dans la vapeur de soufre ou dans la vapeur de mercure, le sel sodique donne le composé $3Ru^4O^9, Na^2O$. Rappelons que le corps Ru^4O^9, H^2O se produit lorsqu'on décompose le peroxyde RuO^4 par l'eau bouillante; comme cet acide se détruit à 440° :

$$Ru^4O^9, H^2O = 4RuO^2 + O + H^2O,$$

le produit de la décomposition de l'azotite ne peut être un mélange de l'oxyde alcalin avec le composé oxygéné du ruthénium; on a donc affaire à un composé défini. Ici encore, on n'a qu'un sel acide ou plus exactement qu'un sel d'un anhydride intermédiaire.

» Au rouge sombre, la décomposition est plus brutale; il reste du bioxyde RuO^2 retenant seulement une trace d'alcali après lavage à l'eau bouillante; si la température est telle qu'il y ait fusion de l'azotite alcalin, la majeure partie du ruthénium passe, en vertu d'une réaction secondaire, à l'état de ruthénate RuO^4K^2 soluble dans l'eau, qu'il colore en jaune-orangé, en présence d'un excès d'alcali formé simultanément. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'isomérie des acides nitro-benzoïques.* Note de M. **Oechsner de Coninck.**

« Dans trois Communications qui ont paru aux *Comptes rendus,* aux mois de mars et d'avril 1893, j'ai montré que, si l'on détermine les coefficients (α) de solubilité relative (¹) des acides amido-benzoïques isomériques, on arrive à la conclusion que *ces isomères se ressemblent deux à deux.*

» L'étude, faite au même point de vue, des acides nitrobenzoïques isomériques, a pleinement confirmé les premiers résultats.

» Voici les nombres trouvés :

» 1° *Eau distillée.*

	Acides	
ortho.	*méta.*	*para.*
$t = +19°,8$	$t = +19°,8$	$t = +20°,4$
$\alpha = $ 0gr,0680	0gr,0319	0gr,0035
0gr,0678	0gr,0312	0gr,0040
$t = +20°,5$	$t = +20°,5$	$t = +20°,5$
$\alpha = $ 0gr,0684	0gr,0320	0gr,0040
0gr,0686	0gr,0308	0gr,0044

» Ces coefficients représentent la moyenne d'un grand nombre de déterminations effectuées, dans des conditions aussi semblables que possible, au moyen du procédé Diacon et du procédé ordinaire. Dans mon travail sur les acides amido-benzoïques, j'ai indiqué les précautions que j'avais observées pour rendre les expériences bien comparables (*Comptes rendus,* mars 1893); aussi n'y reviendrai-je pas ici.

(¹) J'appelle α la quantité d'acide dissoute dans 10cc du solvant, au bout de deux heures.

» 2° *Eau alcoolisée* (alcool 1 vol., eau 3 vol.).

	Acides	
ortho.	*méta.*	*para.*
$t = +11°,8$	$t = +15°,7$	$t = +14°,7$
$\alpha =$ 0gr,0640	0gr,0520	0gr,0055

» 3° *Éther ordinaire purifié.*

	Acides	
ortho.	*méta.*	*para.*
$t = +11°$	$t = +10°,2$	$t = +12°,5$
$\alpha =$ 2gr,1580	2gr,5175	0gr,2260

» 4° *Benzine rectifiée.*

	Acides	
ortho.	*méta.*	*para.*
$t = +10°,6$	$t = +11°$	$t = +12°,8$
$\alpha =$ 0gr,0294	0gr,0795	0gr,0017

» 5° *Ligroïne légère rectifiée.*

	Acides	
ortho.	*méta.*	*para.*
$t = +11°,8$	$t = +10°,6$	$t = +8°$
$\alpha =$ très faibles traces.	0gr,0013	insoluble.

» 6° *Sulfure de carbone rectifié.*

	Acides	
ortho.	*méta.*	*para.*
$t = +9°,4$	$t = +8°,5$	$t = +10°,3$
$\alpha =$ 0gr,0012	0gr,0100	0gr,0007

» 7° *Chloroforme pur.*

	Acides	
ortho.	*méta.*	*para.*
$t = +11°$	$t = +10°,4$	$t = +10°,4$
$\alpha =$ 0gr,0455	0gr,5678	0gr,0066

» L'examen comparé de ces divers coefficients conduit aux remarques suivantes :

» Dans l'eau et dans l'eau alcoolisée, les isomères *ortho* et *méta* sont facilement solubles, tandis que l'isomère *para* est très peu soluble.

» Dans l'éther, la ressemblance est du même ordre; dans le chloroforme et la benzine, elle se dégage moins nettement.

» Dans la ligroïne légère et dans le sulfure de carbone, l'isomère *méta* est le plus soluble, et ce sont les isomères *ortho* et *para* qui se rapprochent, soit par leur insolubilité, totale ou presque totale, soit par leurs solubilités tout à fait minimes.

» Je continue cette étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des dérivés de la série des oxazines et des eurhodines* [1]. Note de M. **Charles Lauth**, présentée par M. Schützenberger.

« Les recherches classiques de M. Bernthsen sur les matières colorantes sulfurées (thionines) que j'ai découvertes en 1876 ont fait adopter pour la préparation de ces corps le procédé qui consiste à oxyder le mercaptan sulfoné de l'amidodiméthylaniline $C^6H^3 \begin{cases} Az(CH^3)^2 \\ S.SO^3H \\ AzH^2 \end{cases}$ en présence d'amines tertiaires; c'est ainsi qu'avec la diméthylaniline on obtient le bleu méthylène

$$\overline{Cl.Az}(CH^3)^2.C^6H^3{<}{\begin{smallmatrix} \overline{Az} \\ S \end{smallmatrix}}{>}C^6H^3.Az(CH^3)^2.$$

» Il m'a paru intéressant de remplacer dans cette réaction la diméthylaniline par le diéthyl ou le diméthyl-métamidophénol pour tenter d'obtenir ainsi un bleu méthylène hydroxylé, ou, dans le cas où ce corps ne se produirait pas, d'étudier la stabilité relative des deux groupes S.SO³H et OH, de vérifier en un mot par l'expérience lequel des trois corps suivants se formerait :

```
          I.                              II.                            III.
┌──────┐                     ┌──────┐                       ┌──────┐
│ClAz(CH³)² Az(CH³)²         │ClAz(CH³)² Az(CH³)²           │ClAz(CH³)² Az(CH³)²
│  /\        /\              │  /\        /\                │  /\        /\
│ |  |—S—|  |—OH             │ |  |—S—|  |                  │ |  |—O—|  |
│  \/——Az——\/                │  \/——Az——\/                  │  \/——Az——\/
└─────────┘                  └─────────┘                    └─────────┘
```

» *Expérience.* — 30gr de chlorhydrate de nitrosodiméthylaniline ont été réduits

(1) Collège de France : laboratoire de M. Schützenberger.

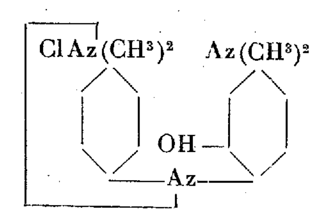
avec 23^{gr} de zinc et 80^{gr} ClH et étendus de 1500^{gr} d'eau; puis on a mercaptanisé avec 35^{gr} d'hyposulfite de sodium, 12^{gr} de bicarbonate et 2^{gr} de cristaux de soude. Le mercaptan a été additionné de 15^{gr} de diéthylamidophénol dissous dans l'acide acétique ou chlorhydrique et le tout a été oxydé par 14^{gr} de bichromate saturé par 5^{gr} de cristaux de soude. La liqueur très fortement colorée en bleu est portée à l'ébullition et le précipité qui se forme à ce moment est filtré et lavé; on le purifie par une dissolution dans l'acide chlorhydrique faible et bouillant; après précipitation par ClNa, on redissout dans CO^3Na^2 faible et bouillant; on reprécipite par $ClNa + Cl^2Zn$; enfin, on reprend par l'alcool bouillant. La matière colorante sensiblement pure est obtenue par l'évaporation de la solution alcoolique.

» C'est une couleur bleu violet, assez soluble dans l'eau et l'alcool; très peu soluble dans CO^3Na^2 en violet rouge; l'ammoniaque le dissout mieux, l'éther n'enlève que des traces de produit à cette solution ammoniacale. Elle se dissout dans l'acide sulfurique concentré en violet très rouge, dans ClH concentré en vert olive; les acides faibles la dissolvent en bleu pur. Ces colorations sont caractéristiques et distinguent le nouveau produit de toutes les autres matières colorantes.

» Il teint la soie, la laine et le coton préparé au tanin en violet bleu.

» Calciné avec $AzO^3K + CO^3K^2$ il n'a donné aucun précipité par Cl^2Ba : il ne renferme donc pas de soufre. Ce n'est pas un corps de la série de la thionine et il faut admettre pour sa composition la formule III ci-dessus. C'est une oxazine.

» Le corps ne renfermant pas de soufre, on devait chercher à l'obtenir par l'oxydation d'un simple mélange d'amidodiméthylaniline et de diéthylamidophénol; on obtient en effet dans ces conditions, et en opérant à froid, une substance bleue, mais très différente de la première; elle est très soluble dans les alcalis, complètement altérée par les acides, détruite par l'ébullition avec l'eau seule qui la transforme en un produit rouge (réaction comparable à celle du bleu toluylène?); enfin, par l'ébullition avec l'acétate d'aniline, en présence de bichromate elle se transforme en une safranine. Ces propriétés caractérisent ce produit comme une indamine.



» Je n'ai pas réussi à la transformer en oxazine, mais la formation de

cette indamine m'a permis de préciser les circonstances de la formation de l'oxazine bleu violet. Lorsqu'on oxyde le mélange de mercaptan et de diéthylamidophénol, il se forme tout d'abord une indamine thio-sulfonée (il est facile, en effet, d'y constater la présence du soufre) ; par ébullition avec l'eau en présence d'un oxydant, il y a élimination de $S.SO^3H$ qu'on retrouve dans les eaux mères sous forme de sulfure et de sulfate (ou de sulfate seul si la dose d'oxydant est suffisante) en même temps que l'oxygène de l'hydroxyle se fixe sur les deux noyaux.

$$\left[\mathrm{Cl\,Az(CH^3)^2 - C_6H_3(-SSO^3H) - Az - C_6H_3(OH -) - Az(CH^3)^2}\right] + H^2O + O = \left[\mathrm{Cl\,Az(CH^3)^2 - C_6H_3 - O - C_6H_3 - Az(CH^3)^2;\ Az}\right] + H^2S + SO^4H^2$$

» Cette réaction est du même genre que celle qui donne naissance au bleu méthylène, et l'analogie est assez frappante pour rendre très vraisemblable la formule que je propose.

» A la vérité, le corps que je viens de décrire est différent de celui qu'on obtient par l'action de la nitrosodiméthylaniline sur le diéthylamidophénol; mais le fait que ce dernier ne se forme que difficilement et en petite quantité, l'irrégularité bien connue de l'action de la nitrosodiméthylaniline, l'absence enfin de preuves concluantes en faveur de la constitution des divers corps obtenus avec cette nitroso, me portent à penser que la réaction que j'ai signalée donne naissance à une vraie oxazine.

» Les faits suivants viennent à l'appui de cette manière de voir. Lorsqu'on oxyde une molécule de métamidodiméthylaniline en présence d'une molécule du mercaptan sulfoné de paramidodiméthylaniline et qu'après une demi-heure d'ébullition on épuise le produit de la réaction par de la soude très faible, on obtient une dissolution rouge d'où l'on retire, après saturation et précipitation à l'aide de ClNa et de Cl^2Zn, une matière colorante rouge violacé qui présente les propriétés caractéristiques des eurhodines : avec ClH elle donne une solution bleue, avec SO^4H^2 une solution verte; ces deux couleurs sont ramenées à la nuance primitive par l'addition d'eau; la solution aqueuse rouge violacé n'est pas modifiée par l'ammoniaque. Le corps obtenu est sans nul doute l'eurhodine tétramé-

thylée, et la réaction qui lui donne naissance, analogue à celle qui a donné naissance à l'oxazine est la suivante :

$Az(CH^3)^2$ $\quad$ $Az(CH^3)^2$ $\quad$ $Az(CH^3)^2$ $\quad$ $Az(CH^3)^2$

$+$ $\quad$ $+O=$ $\quad$ $+H^2S+SO^4H^2$. »

SSO^3H $\quad$ AzH^2 $\quad$ — Az —

AzH^2 $\quad$ Az

CHIMIE ANIMALE. — *Analyse d'un fromage avarié; extraction d'une ptomaine nouvelle*. Note de M. **Charles Lepierre**, présentée par M. Schützenberger.

« J'ai eu l'occasion d'examiner, au point de vue chimique, un gros fromage de lait de brebis, qui avait produit des troubles digestifs graves chez les personnes qui en avaient consommé. Après m'être assuré de l'absence de tout poison minéral, j'ai soumis plus de 1^{kg} à une étude approfondie, en m'inspirant des travaux de MM. Duclaux (¹) et Armand Gautier (²). L'analyse chimique ordinaire m'a donné, pour 100 : eau 18,0, caséine insoluble 32,8, matières grasses 30,3, cendres totales 5,2, dont 1,55 insolubles et fixes, acide lactique 1,3, sucre de lait 0,8, caséone, tyrosine, leucine, etc. 11,6 (par différence).

» Ces résultats indiquent un fromage mûr, étant donnée l'espèce.

» J'ai alors fait un traitement complet en vue de l'extraction de quelque alcaloïde ou de quelque toxine de nature albuminoïde, en suivant les méthodes de M. Armand Gautier. N'ayant rien modifié à ces procédés, je me bornerai à indiquer les résultats.

» Les albumines d'un côté, les albumoses de l'autre ne m'ont fourni que des résultats négatifs à l'expérimentation physiologique sur cobayes. L'agent toxique ne paraît donc pas être une de ces innombrables substances albuminoïdes mal définies que la Chimie bactériologique enregistre tous les jours; et d'autant plus que toutes les précautions avaient été prises pour éviter ou atténuer leur altérabilité.

(¹) Duclaux, *le Lait*.
(²) Armand Gautier, *Cours de Chimie* et *Comptes rendus*, 23 mai 1892.

» J'ai été plus heureux dans la recherche des ptomaïnes et, dans le groupe des bases précipitant par l'acétate de cuivre à froid (Armand Gautier), j'ai pu séparer quelques décigrammes d'une base bien cristallisée, répondant à la formule $C^{16}H^{24}Az^{2}O^{4}$ [1].

» Elle est inodore, amère, légèrement acide à la phtaléine, peu soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool; son chlorhydrate est très soluble et cristallise en grandes aiguilles; le chloroplatinate et le chloraurate sont cristallisables (ce dernier avec légère réduction). Pouvoir rotatoire spécifique $(\alpha)_D = +11°,3$ dans l'eau. Les sels précipitent par le phosphomolybdate de sodium acide, par l'acide picrique, par l'iodure ioduré; pas de précipité avec le tannin.

» La trop petite quantité de substance ne m'a pas permis d'en ébaucher la constitution.

» Mélangée aux aliments d'un cobaye, elle provoque de la diarrhée; cependant 5^{cgr} de chlorhydrate injectés (après dissolution dans 1^{cc} d'eau stérilisée) dans la veine de l'oreille d'un lapin moyen n'ont pas occasionné de troubles appréciables.

» Les autres groupes de bases créés par M. Armand Gautier ne m'ont fourni que des résidus insignifiants, et d'où je n'ai pu retirer aucun produit pur; toutefois, dans le groupe des bases ne précipitant pas par l'acétate de cuivre, j'ai pu constater la formation de petites quantités de pyrrol par distillation avec de la baryte.

» A ma connaissance, c'est la première analyse de ptomaïnes extraites de fromages avariés. Brieger [1] a bien trouvé de la neuridine et de la triméthylamine dans la putréfaction des fromages mous, mais dans des conditions très différentes de celles de la maturation anaérobie des fromages; je n'ai pu retrouver que le dernier de ces corps, la neuridine disparaissant après quelques jours de fermentation putride. Vaugham [2] a également indiqué sommairement sous le nom de *tyrotoxine* un principe cristallisable non analysé, extrait d'un fromage toxique. Je dois ajouter que deux essais, faits avec des fromages de même espèce et de différents âges et par le même traitement, ne m'ont donné aucun alcaloïde se rapprochant de celui que je décris. L'action toxique de certains fromages semble produite,

---

(1) *Analyse :* matière, $0^{gr},1164$. Trouvé pour 100 : C, 62,37; H, 7,65. Théorie pour 100 : C, 62,54; H, 7,49. Matière, 0,1241. Trouvé pour 100 : Az, 8,96. Théorie pour 100 : Az, 9,12.

(2) BRIEGER, *Microbes et ptomaïnes*, p. 79.

(3) VAUGHAM, *Zeitsch. phys. Chem.*, t. X, p. 146.

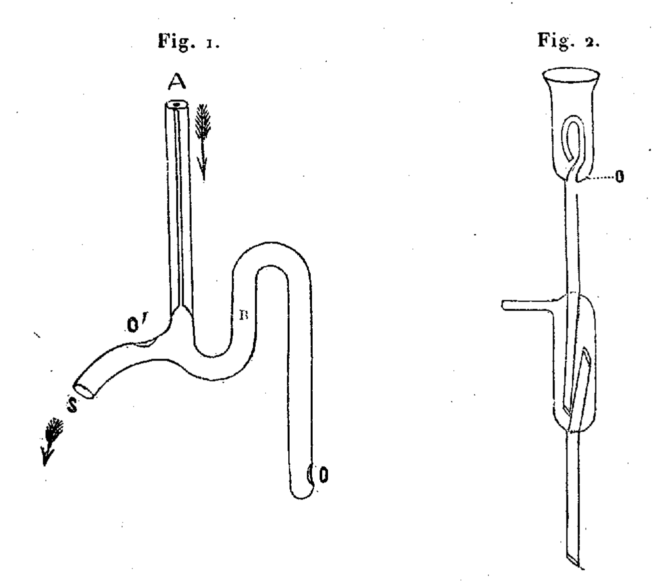
d'après cette étude et les travaux de M. Metchnikoff ([1]), à la fois aux principes éliminés par les microbes et à ces microbes eux-mêmes ([2]). »

CHIMIE. — *Sur quelques appareils de laboratoire*. Note de M. **André Bidet**, présentée par M. Schützenberger.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie divers appareils de Chimie, pouvant offrir certains avantages au point de vue de leur application dans les laboratoires.

» *Siphon régulateur de niveau* (*fig.* 1). — Il se compose d'un tube en S sur lequel est soudé, un peu au-dessus de la courbure inférieure, le tube latéral O'S.

» La branche C plonge dans le vase où l'on veut obtenir le niveau constant, par



exemple un bain-marie. L'eau arrive d'une façon continue par la branche A et peut s'écouler directement par le tube de sortie S, ou se rendre dans le vase en suivant la branche B.

» La courbure inférieure forme une sorte de cuvette toujours remplie de liquide. Si le niveau de l'eau du bain-marie s'abaisse au-dessous de cette cuvette, les bran-

([1]) Metchnikoff, *Ann. de l'Institut Pasteur*, 1893.

([2]) Travail du laboratoire de Minéralogie de l'Université de Coimbra (Portugal).

ches B et C constituent un siphon fonctionnant dans le sens B, C et amenant l'eau de la cuvette dans le récipient; le niveau, au contraire, vient-il à s'élever, la branche B devenant la plus longue, le siphon marche en sens inverse et l'eau s'écoule par le tube de trop-plein S.

» Ce tube porte l'ouverture O' afin de rester toujours tube de trop-plein et de ne jamais devenir branche de siphon.

» Le trou O de la branche C a été placé latéralement dans le but d'empêcher les bulles gazeuses produites par l'ébullition de se réunir au sommet de la courbure supérieure et de provoquer ainsi le désamorçage.

» *Tube de sûreté arrêtant les projections* (*fig.* 2). — Cet appareil, par sa disposition, permet d'introduire un liquide tel que l'acide chlorhydrique ou l'acide sulfurique et sert en même temps au dégagement des gaz par le tube soudé latéralement.

» Il peut être adapté à une tubulure au moyen d'un bouchon percé d'un seul trou.

» Si un excès de pression vient à se produire, le liquide du réservoir cylindrique est refoulé dans l'entonnoir supérieur; mais, comme le tube d'écoulement est recourbé en forme de crosse, il ne pourra se produire de projections au dehors.

» Lorsque la pression cesse, le liquide contenu dans l'entonnoir s'écoule par le trou O et peut retourner ainsi au réservoir cylindrique.

» *Réfrigérant à circulation d'eau intérieure* (*fig.* 3). — Dans les réfrigérants ordinaires, les vapeurs sont condensées dans un tube de faible diamètre placé au centre d'un manchon rempli d'eau froide.

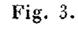
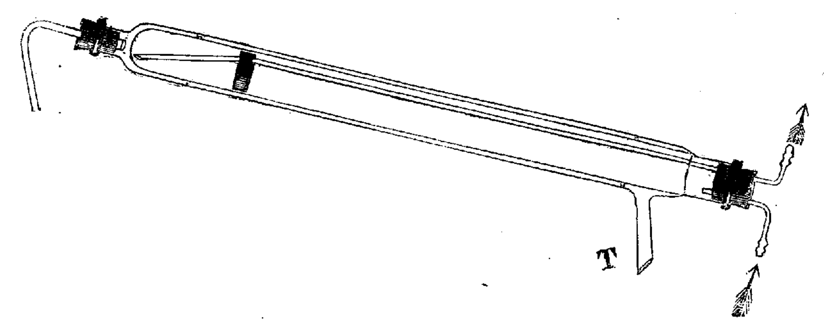


Fig. 3.



» L'appareil (*fig.* 3) présente une disposition inverse. Il est formé de deux tubes concentriques soudés l'un à l'autre à l'une des extrémités; dans le tube intérieur circule le courant d'eau froide et l'espace annulaire sert au passage des vapeurs qui s'y condensent et s'écoulent à l'état liquide par la tubulure T. La surface réfrigérante, grâce à cette disposition, est considérablement augmentée.

» Ce réfrigérant simple peut recevoir un second manchon extérieur permettant d'obtenir ainsi un appareil à double circulation d'eau.

» *Appareil commutateur pour réfrigérants* (*fig.* 4). — Certaines opérations chimiques exigent l'emploi successif du réfrigérant à reflux et du réfrigérant descendant.

» Il y aurait souvent intérêt à éviter l'interruption nécessitée par le changement de dispositif; l'appareil représenté (*fig.* 4) répond à cette idée.

» Il se compose d'un tube extérieur E portant deux tubulures, l'une R en forme

d'entonnoir pour communiquer avec un réfrigérant à reflux, l'autre D pouvant s'adapter au réfrigérant descendant; à l'intérieur du tube E glisse à frottement doux un second tube I plus court, percé vers le bas d'une ouverture O. Ces deux tubes sont réunis par une bague en caoutchouc.

» Lorsqu'on veut faire marcher l'appareil dans le sens ascendant, il faut tourner le tube I de manière à placer le trou O devant la tubulure à entonnoir; dans le cas contraire, par un nouveau mouvement de rotation, on amène cette même ouverture O devant la tubulure D communiquant avec le réfrigérant descendant.

» La partie supérieure du tube I peut recevoir, à l'aide d'un bouchon, un thermomètre, un entonnoir à brome ou tout autre accessoire.

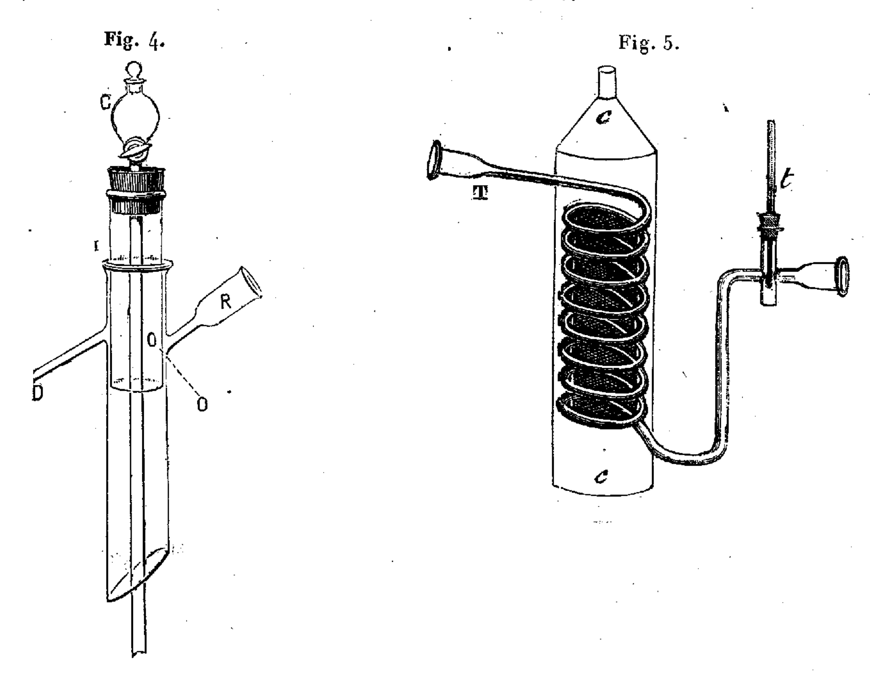


Fig. 4. Fig. 5.

» *Surchauffeur de vapeurs* (*fig.* 5). — Cet appareil a été spécialement construit en vue d'obtenir dans un laboratoire de la vapeur d'eau surchauffée.

» Il se compose d'un serpentin en cuivre placé dans un manchon cylindrique en tôle *c*, *c*, terminé à la partie supérieure en cône ouvert.

» La vapeur d'eau arrive par la tubulure T, circule dans les spires du serpentin, s'y échauffe et sort par la tubulure opposée portant le thermomètre *t*.

» On dispose un brûleur à gaz à la partie inférieure du cylindre et, pour éviter toute déperdition de chaleur, la partie centrale du serpentin est garnie d'une toile métallique enroulée sur elle-même. Le système ainsi formé est rapidement porté au rouge au moyen d'un seul bec Bunsen et peut fournir facilement de la vapeur à une température supérieure à 300°. L'emploi d'un brûleur à trois becs permet d'obtenir des températures notablement plus élevées.

» L'appareil est également utilisé pour surchauffer d'autres vapeurs pourvu que

celles-ci n'attaquent pas le métal du serpentin ; il est peu encombrant et, dans des dimensions voisines de 20cm de hauteur, donne les résultats signalés ci-dessus. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'odeur de l'acide benzoïque* (*Remarques sur les corps inodores*). Note de M. **Jacques Passy.**

« J'ai montré dans une Note précédente [1] que, dans la série normale des acides gras, l'odeur, après avoir subi régulièrement certaines variations périodiques, disparaît à partir du quatorzième terme. Si l'on examine l'un de ces termes inodores, l'acide stéarique, par exemple, on remarque : 1° que l'acide lui-même est inodore, 2° que l'aldéhyde est inodore, 3° que l'alcool est inodore, 4° enfin que si l'on engage cet acide dans une combinaison, si l'on forme, par exemple, les éthers éthyliques ou méthyliques, ces éthers sont inodores. La propriété odorante semble donc complètement et définitivement abolie pour nous.

» Soit, au contraire, l'acide benzoïque : 1° l'acide est inodore, 2° l'aldéhyde est odorant, 3° l'alcool est odorant; 4° si l'on engage l'acide benzoïque dans une combinaison, éthers éthyliques ou méthyliques, par exemple, ces éthers sont odorants. De plus, l'odeur de ces éthers est, sans confusion possible, l'odeur benzylique.

» Ces faits m'ont amené à reprendre l'étude de l'acide benzoïque. Cet acide se prête bien à une purification complète, puisqu'on peut faire cristalliser nettement soit cet acide lui-même, soit les benzoates alcalins, dans un grand nombre de dissolvants.

» L'acide dont je me suis servi provenait de quatre sources différentes.

» 1° Oxydation du toluène; 2° oxydation spontanée de l'essence d'amandes amères *naturelle* au contact de l'air; 3° extraction du benjoin; 4° urine des herbivores. Ces acides ont été, après purification des benzoates, soumis à des cristallisations répétées, dans l'eau et dans l'alcool.

» Les résultats obtenus avec ces quatre échantillons ont été identiques, ce qui est encore une garantie de pureté, les mêmes impuretés ne pouvant provenir de traitements aussi différents.

» On constate : que l'acide benzoïque cristallisé est inodore, ainsi que l'indiquent tous les traités de Chimie; mais il n'est inodore qu'à l'état *cristallisé*. Il suffit de le diluer pour qu'il manifeste un parfum analogue à celui des autres composés benzoïques, alcools, aldéhydes, éthers.

---

(1) *Comptes rendus*, 1er mai 1893.

» L'expérience peut être réalisée de plusieurs façons :

» 1° En entraînant l'acide par la vapeur d'eau. Si l'on chauffe dans une capsule une solution aqueuse d'acide benzoïque, la chambre se remplit d'un parfum caractéristique.

» 2° En le diluant dans l'alcool. Une solution à $\frac{1}{100}$ par exemple, évaporée spontanément sur un verre de montre, ou mieux, sur un morceau de papier à filtrer, lui communique le même parfum.

» 3° Par olfaction dans l'eau. On a cru pendant longtemps qu'en introduisant dans les narines une solution d'un corps odorant, l'odeur n'est pas perçue. M. Arohnsohn (¹), dans un travail fort intéressant, a montré qu'il n'en est rien, et que si l'on remplace l'eau pure, qui désorganise les cellules olfactives, par la solution physiologique de chlorure de sodium à 0,6 pour 100, préalablement amenée à la température du corps, l'olfaction s'accomplit parfaitement. Dans ces conditions, une solution d'acide benzoïque à $\frac{1}{1000}$, introduite dans une douche nasale, est perçue avec son odeur caractéristique.

» Les mêmes expériences réussissent avec l'acide cinnamique.

» Ainsi l'acide benzoïque est odorant. Le fait que cet acide, à l'état pur et cristallisé est inodore, n'est pas exceptionnel; tous les parfums, lorsqu'ils ne sont pas sensiblement volatils à la température de l'expérience, sont inodores; il en est ainsi pour la vanilline, la coumarine, et toutes ces matières odorantes si puissantes de la série aromatique (²). La seule différence, c'est que l'acide benzoïque ne prend pas spontanément, avec la même facilité, ce qu'on peut appeler l'*état odorant*.

» *Conclusions*. — De cette Note, et de la précédente, on peut conclure que les corps inodores se partagent en deux catégories :

» 1° Ceux qui sont, pour nous, en dehors des limites de perceptibilité (*exemple :* acides gras, au delà du 14ᵉ terme);

» 2° Ceux qui ne sont pas, dans les conditions de l'expérience, susceptibles de prendre l'*état odorant* (*exemple :* acide benzoïque, acide cinnamique, etc.). »

(¹) Ed. Arohnsohn, *Experimentelle Untersuchungen zur Physiologie des Geruchs*. Thèse de Doctorat, Leipzig, 1886.

(²) J'ai eu l'occasion de sentir chez M. de Laire une boîte de plusieurs kilogrammes de vanilline pure, qui ne présentait qu'une odeur presque insensible de vieux papier; quantité suffisante cependant pour parfumer des millions de mètres cubes d'air.

ANATOMIE ANIMALE. — *Anatomie des glandes salivaires des* Philantidæ. Note de M. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« En étudiant l'appareil digestif des *Philanteurs*, Dufour dit qu'il a reconnu chez le *Philanthus coronatus* un appareil salivaire très bien caractérisé. « La glande salivaire du Philanthus, dit-il, ne diffère pas de celle » des autres Hyménoptères. Elle consiste, pour chaque côté, en une » grappe rameuse ou arbusculée d'utricules allongés, grêles, diaphanes et » flexueux. Cette grappe, en grande partie logée dans la tête, lui a paru » divisée en deux grappillons principaux. »

» Voilà tout ce qui a été écrit sur les glandes salivaires des *Philanthidæ*. Dans l'étude que nous allons faire, nous allons montrer : 1° qu'on a confondu deux systèmes glandulaires absolument distincts, les *glandes thoraciques* et les *glandes supracérébrales* et 2° qu'il existe, chez tous les genres de cette famille, outre ces *deux glandes*, *quatre* autres groupes glandulaires, ce qui fait en tout six paires de glandes.

» Ces *six paires* de glandes sont :

» 1° Les *glandes salivaires thoraciques* qui présentent chez les *Philanthus coronatus*, *Ph. triangulatus*, *Ph. apivorus*, *Ph. allioni*, etc., un développement assez restreint, attendu que le thorax est occupé par une puissante musculature. On peut néanmoins les ramener, pour leur étude, à deux grappes principales : l'une située à l'angle postérieur et externe du prothorax et l'autre sur la ligne médiane et en avant du mésothorax. Les deux faisceaux glandulaires sont unis entre eux par un conduit cylindrique qui présente, dès son origine, quelques rares rameaux terminés par des utricules pluricellulaires et passe à la partie supérieure du premier espace intersegmentaire thoracique. Cette glande est constituée par des *acini* différents de tout point, par leur forme, de ceux que nous avons étudiés chez les *Sphégiens*, les *Crabronides*, etc. Ils sont très allongés, cylindriques, à contour irrégulier, parfois même entortillés sur eux-mêmes ou recourbés à angle droit. Au centre, existe un mince canal à direction très irrégulière et limité par une membrane chitineuse. Le *canal efférent* de la glande prend naissance dans l'espace compris entre les deux grappes, se dirige obliquement vers l'œsophage, pénètre dans la tête et va finalement s'ouvrir dans un renflement ovoïde postpharyngien. Ici, les deux conduits ne se fusionnent pas, comme cela a lieu chez les *Apidæ* et les *Vespidæ*.

» 2° *Les glandes supracérébrales* présentent chez les *Philanthidæ* un développement maximum, car elles recouvrent non seulement la face supérieure du cerveau et des nerfs optiques, mais elles entourent complètement toute la partie postérieure du pharynx et contournent, même en arrière, les ocelles pour s'étendre jusque sur les faisceaux musculaires fixés dans la région occipitale de la tête. Elles ne sont séparées

de la lamelle chitineuse frontale que par une mince membrane. Les *acini* qui constituent cette glande sont très nombreux et groupés en une masse compacte sans laisser entre eux d'espace intercellulaire apparent. De chacun d'eux part un canalicule excréteur qui s'ouvre dans un conduit plus large et sinueux. Tous les conduits ainsi disposés vont s'ouvrir dans un prolongement digitiforme du *canal efférent*. Ce dernier prend naissance au confluent de ces appendices lamelleux et, après un court trajet, va déboucher à la partie postérieure du pharynx, au-dessus d'un renflement cordiforme de ce dernier organe.

» 3° *Les glandes mandibulaires* sont très développées chez les *Philanthus triangulatus, Ph. coronatus*, etc., et s'étendent de la partie antérieure des glandes supracérébrales jusqu'au milieu de la portion cylindrique et rétrécie de la mandibule. Extérieurement, elles sont limitées par l'extrémité antérieure des yeux et les parois latérales de la tête ou joues et intérieurement par une lamelle chitineuse oblique qui, partant de la base des mâchoires supérieures, se dirige vers le trou occipital. Cette glande est constituée par des lobules monocellulaires, sphériques ou ovoïdes et de dimension variable. Ils sont pourvus d'un canalicule extréteur qui s'ouvre dans une vésicule centrale de laquelle part le *conduit efférent*. Ce dernier, après un très court trajet, va s'ouvrir à la face interne de la base de la mandibule.

» 4° *Les glandes sublinguales* sont situées dans une large dépression creusée dans le tiers antérieur de la lame qui forme le plancher buccal. Elles sont limitées en avant et sur les côtés par une lamelle chitineuse disposée en croissant et prolongée en arrière par deux tigelles servant à soutenir les parois latérales du pharynx. La glande a la forme d'un fer à cheval et comprend trois parties : une partie médiane et deux parties latérales. Ces deux dernières, les plus volumineuses, sont en contact avec la lamelle chitineuse. La glande, d'une couleur blanchâtre, est constituée par de grosses cellules sécrétrices polygonales dont les canalicules excréteurs, réunis en touffes, vont s'ouvrir isolément entre les deux appendices chitineux, non loin de l'orifice buccal.

» 5° *Glandes linguales.* — Ces glandes sont remarquables par leur forme, leur couleur et la facilité avec laquelle on les isole. Elles sont situées en arrière de la languette et de chaque côté de deux appendices foliacés (*galea*) de la mâchoire supérieure. Elles sont étroitement réunies par leurs faces internes, simulant ainsi une glande unique et cylindrique de $0^{mm},5$ de longueur sur $0^{mm},2$ de large. Les glandes sont constituées par de nombreux *acini* pourvus de canalicules qui vont déboucher dans un tube central. Ce dernier, après un court trajet, s'ouvre un peu en arrière de la languette.

» 6° *Glandes maxillaires.* — Ces glandes, qu'on ne peut apercevoir chez tous les Hyménoptères, soit à cause de leur extrême petitesse, soit à cause de leur fusion avec les glandes linguales, sont, chez les *Philanthidæ*, très nettement séparées de ces dernières et très apparentes. Chaque glande est divisée en deux parties par un étranglement médian : l'une inférieure et l'autre supérieure, située au-dessous de la *galea*. Ces glandes présentent un aspect granuleux et leurs cellules vont déboucher, par l'intermédiaire d'un canalicule capillaire, dans un conduit plus large qui s'ouvre sur la ligne médiane du menton. »

BOTANIQUE. — *Sur les caractères internes de la graine des Vignes et leur emploi dans la détermination des espèces et la distinction des hybrides.* Note de M. **Gustave Chauveaud**, présentée par M. Duchartre.

« L'étude des parties internes de la graine des Vignes révèle un certain nombre de caractères qui s'ajoutent utilement aux caractères extérieurs employés d'ordinaire exclusivement. L'examen des parties internes exige, il est vrai, une manipulation plus ou moins compliquée, mais en revanche il peut fournir des indications que l'on ne saurait tirer de la différenciation externe. C'est ainsi que cet examen nous a permis, dans plusieurs circonstances, d'acquérir une certitude qui nous manquait auparavant. Ces caractères différenciels sont offerts par les diverses parties qui constituent la graine, à savoir : le *tégument*, l'*amande* et l'*embryon*.

» 1° Le tégument du pépin de raisin est constitué essentiellement par une *couche scléreuse* très dure. Suivant les espèces, cette couche présente des modifications caractéristiques qui portent sur sa *forme* (en coupes transversale et longitudinale), sur son *épaisseur*, sur le *mode de cloisonnement* et la *forme de la cavité* de ses cellules.

» 2° Quand on enlève le tégument, on met à nu l'amande dont le contour diffère plus ou moins selon l'espèce considérée, du contour présenté par la graine intacte. C'est surtout la *forme de l'extrémité radiculaire* qui présente à cet égard les variations les plus typiques.

» 3° L'embryon peut aussi fournir des indications précieuses tant par la *forme* que par les *dimensions relatives de ses parties* (axe, cotylédons).

» Nous ferons remarquer toutefois que, quand on utilise pour la détermination des espèces les caractères dont nous parlons, il est indispensable d'examiner plusieurs graines de la même plante, afin d'éviter les exagérations individuelles qui peuvent se présenter. Ceci dit, montrons par un exemple ce que peut donner l'application de ces caractères :

» Choisissons, pour les comparer entre elles, les graines de *Vitis riparia* et de *V. rupestris* (*Fortworth*). Les caractères extérieurs fournissent, pour distinguer ces graines, une série de nuances difficiles à décrire plutôt que des différences bien tranchées.

» Il en est autrement des caractères internes. En effet :

» 1° L'épaisseur de la couche scléreuse atteint au plus 200^{μ} (*V. riparia*); elle dépasse toujours 300^{μ} (*V. rupestris*).

» 2° L'extrémité radiculaire de l'amande présente un bec *épais, court* et *arrondi* (*V. riparia*); ce bec est *grêle, long* et *très aigu* (*V. rupestris*).

» 3° Les cotylédons *brusquement élargis* dès leur base *dépassent beaucoup* le diamètre de l'axe (*V. riparia*); ils se confondent peu à peu avec l'axe dont ils *dépassent à peine* le diamètre en largeur (*V. rupestris*).

» 4° Enfin l'axe est *plus court* que les cotylédons (*V. riparia*); il est beaucoup *plus long* que les cotylédons (*V. rupestris*).

» De ces divers caractères, un seul, le premier par exemple, permet d'établir à coup sûr le diagnostic différenciel. Il suffit pour cela de limer les graines après les avoir fixées entre les mors d'un étau ou d'une pince. La différence d'épaisseur de la couche scléreuse, qui est, en général, dans le rapport du simple au double, est appréciable à l'œil nu; à la loupe, cette différence devient tout à fait frappante.

» Mais où les caractères internes acquièrent une importance encore plus grande, c'est quand il s'agit de graines hybrides, et alors il convient de distinguer deux cas :

» 1° *Les graines proviennent d'une plante hybride.*

» Considérons, par exemple, le n° 107 (Millardet), qui est un hybride de *V. rupestris*, fécondé par *V. cordifolia*. Ses graines, par l'aspect extérieur, se rapprochent beaucoup des graines du *V. cordifolia*, dont elles diffèrent surtout par une légère atténuation de la *chalaze* et du *raphé*.

» L'épaisseur du tégument accuse l'influence du *V. rupestris*.

» L'amande accuse encore plus nettement l'influence de la mère, car, comme chez cette dernière, l'extrémité radiculaire est terminée par un bec long et aigu, s'écartant ainsi beaucoup du père, dont l'extrémité radiculaire s'atténue brusquement sous un angle droit ou obtus, sans former un bec distinct.

» L'embryon présente un mélange de caractères empruntés aux deux générateurs. En effet, les cotylédons rappellent complètement ceux du père, tandis que l'axe par sa forme et par sa longueur dénote une influence très marquée de la mère.

» 2° *Les graines proviennent directement d'une hybridation artificielle.* — Dans ce cas, les caractères externes sont empruntés à la mère. Certains auteurs, il est vrai, admettent que l'on peut distinguer à l'extérieur les graines ainsi hybridées des graines pures récoltées sur le même pied, mais la plupart des hybrideurs sont de l'avis contraire, ce qui démontre bien l'insuffisance de la différenciation externe.

» C'est en effet dans les parties profondes de la graine que l'on peut constater sûrement les modifications apportées par le fait de l'hybridation, et c'est surtout l'embryon qui fournit à cet égard des renseignements cer-

tains. Les modifications qu'il présente sont d'ailleurs des plus variées. Par exemple, dans les graines récoltées sur une variété de *V. vinifera*, le *Servant*, fécondé par le *V. Berlandieri*, on trouve certains embryons de forme allongée avec des cotylédons presque rectangulaires, ce qui est le caractère propre des Vignes françaises, tandis que d'autres sont trapus à cotylédons cordiformes, ressemblant complètement à l'embryon du *V. Berlandieri*. Un grand nombre d'autres embryons présentent un mélange des caractères du père et de la mère dans les proportions les plus variées; aussi entre les formes extrêmes est-il possible d'intercaler une quantité de formes intermédiaires (¹).

» C'est là la première constatation que l'on puisse faire des caractères acquis par l'hybridation. Il est intéressant de rechercher si, par des observations longtemps suivies, il est possible d'arriver à déduire de l'examen de la graine les propriétés que possédera la plante qui en sortira. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Reproduction artificielle des avens.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« Une dalle de calcaire placée horizontalement étant réduite à coups de masse en trois ou quatre fragments, par deux fissures verticales se recoupant mutuellement, on rapproche les débris et l'on dirige sur le point d'intersection des fissures un courant d'eau aiguisée d'un peu d'acide chlorhydrique. La dalle est soutenue de façon que le liquide corrosif, après avoir circulé dans toute l'épaisseur de la pierre, s'écoule sans difficulté. Après quelques jours de ce régime, on trouve le calcaire traversé par un conduit vertical, dont tous les détails de forme coïncident avec ceux que M. Martel a si complètement décrits dans les *avens* des Causses et dans les gouffres des régions calcaires.

» Cette expérience se rattache, pour moi, à une série d'essais concernant l'imitation artificielle des puits naturels et d'autres cavités des roches calcaires (²). Il résulte de ces études que la forme des perforations verticales

---

(¹) Un certain nombre des graines hybridées qui ont servi à cette étude ont été adressées à mon collaborateur M. D. Bethmont par M. Millardet qui les a mises à notre disposition avec une obligeance extrême.

D'autres ont été envoyées de même par M. Castel, de Carcassonne.

(²) Stanislas Meunier, *Comptes rendus*, 29 mars 1875.

produites dans les roches solubles varie avec le sens dans lequel le liquide acide a fait sentir son action.

» En attaquant un banc calcaire par-dessus, on y fait des *entonnoirs* à pointe inférieure, reproduisant l'allure des poches à fer en grains, à phosphorite ou à bauxite. En opérant en sens contraire, c'est-à-dire par un jet ascendant qui attaque le calcaire par sa face inférieure, on excave des *éteignoirs* à pointe supérieure, comme en présentent, par exemple, les pierres soumises à l'eau ascendante de Bourbonne-les-Bains ([1]).

» On a émis des doutes sur la légitimité de mes conclusions générales, et M. de Grossouvre en particulier les a contestées ([2]). En revanche, j'ai été heureux d'en trouver une confirmation dans les coupes données par M. Huet à l'égard des exploitations métallifères du Laurium. On y rencontre du calcaire corrodé au contact d'assises schisteuses qui ont guidé les eaux métallifères. Or, toutes les fois que le calcaire est au toit du schiste, c'est-à-dire que la corrosion s'est faite de bas en haut, les amas remplissent des poches en éteignoir à pointe supérieure; toutes les fois que le calcaire est au mur de la roche imperméable, et que, par suite, il a été attaqué de haut en bas, les poches sont en entonnoir à pointe inférieure.

» Plus récemment, MM. de Launay et Martel ([3]) m'ont opposé une objection nouvelle, tirée de la forme fréquente des *avens*. Ici, en effet, la dissolution s'est faite et se continue incontestablement de haut en bas, et cependant la forme est fréquemment en cône reposant sur la base. Mais, en considérant ces formes comme contraires à la théorie que j'ai exposée, on ne paraît pas avoir remarqué que, les avens aboutissant à de grandes cavités souterraines, celles-ci assurent l'écoulement immédiat des eaux superficielles, auxquelles ils ont procuré une issue. Dès lors, aucune des conditions réalisées dans les poches ne se trouve reproduite, et il est facile de comprendre que le maximum d'usure des puits doit tendre à se produire vers le bas, à cause des matériaux solides (sables et argile) charriés le long des parois par les eaux descendantes. Aussi l'expérience, disposée comme je l'ai indiquée plus haut, donne-t-elle des *avens* et de tous leurs détails une reproduction complète. »

([1]) DAUBRÉE, *Formation contemporaine de diverses espèces cristallisées à Bourbonne;* 1876.

([2]) *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. XVI, p. 287.

([3]) *Ibid.*, t. XIX, p. 142.

MÉTÉOROLOGIE. — *L'ouragan de cinq jours, du* 8 *au* 12 *février* 1894, *en Bohême*. Extrait d'une Lettre de M. **Ch.-V. Zenger** à M. A. Cornu.

« ... L'ouragan qui se déchaînait sur Prague et la Bohême entière dans la nuit du 7 au 8 février atteignait son maximum de force dans la nuit du 8 au 9 février, dévastait aussi l'Autriche, l'Allemagne, le Danemark, l'Angleterre, la Suède et la Norvège.

» Le barographe de M. Richard a enregistré deux ondes complètes, du 7 au 12 février, avec des dentelures caractéristiques.

» Le minimum de la dépression ($712^{m},4$), est arrivé le 12 entre 4^{h} et 5^{h} de l'après-midi, après l'ouragan, comme en 1889 (*Comptes rendus*, t. CVIII, p. 471). ... Après avoir rappelé les orages électriques, cyclones ou tremblements de terre qui ont eu lieu pendant la même période en Europe, en Amérique et à Madagascar, M. Zenger constate qu'à cette époque le Soleil offrait des taches et facules nombreuses et étendues, qui ont passé du 11 au 12 au méridien central du Soleil, et il ajoute :

» C'est donc bien l'influence du Soleil (le jour de la période étant le 7 février) et des essaims météoriques des 7 et 10 février qui a produit ces perturbations phénoménales : les forts ouragans du 7 au 8 février 1889 et du 10 au 13 février 1892 montrent la périodicité de ces grands phénomènes de la nature; car, rapportés à l'ouragan du 7 au 12 février 1894, ils correspondent respectivement comme date à 95 et 58 demi-rotations solaires de $12^{jours},6$. »

M. **de Camarasa** adresse une Note relative à l'équilibre du treuil.

M. E. **Maumené** adresse une Note « Sur un nouvel acide du soufre ».

M. **Daubrée** appelle l'attention de l'Académie sur un Mémoire imprimé en langue russe, sous le titre « La Voie maritime de l'Europe en Sibérie », par M. *Schokalski*, capitaine de la Marine de Russie, bibliothécaire au Ministère de la Marine. (Extrait de la *Revue maritime*.)

« Après un aperçu historique des recherches entreprises pour la découverte d'un passage maritime d'Europe en Sibérie, l'auteur examine particulièrement les expéditions de ce genre qui ont eu lieu de nos jours. Il

conclut de cet examen les conditions diverses qui assureront la navigation à travers les mers de la Russie septentrionale et dans la baie d'Hudson ; il pose des règles générales auxquelles devront obéir les navigateurs.

» A la fin du Mémoire, on trouve une liste des navires qui ont pris la route de la Sibérie depuis 1874, et parmi lesquels se trouvent déjà un certain nombre de navires de commerce. »

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 février 1894.

Les hôpitaux modernes au XIX^e *siècle,* par C. Tollet, ingénieur, officier de la Légion d'honneur. Paris, 1894; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. le baron Larrey et renvoyé à la Section de Médecine et Chirurgie.)

Société de Géographie. Comptes rendus des séances, 1894. N° 2. Séance du 19 janvier 1894. Paris; 1 br. in-8°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Paris, 1893; 1 br. in-4°.

L'Aérophile. Revue mensuelle illustrée de l'Aéronautique et des Sciences qui s'y rattachent. Directeur : Georges Besançon. Première année, 1893. Paris; 1 vol. gr. in-4°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse. Neuvième série. Tome V. Toulouse, Douladoure-Privat; 1893.

Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie. Comptes rendus des séances de l'année 1894. Janvier. Cracovie, 1894; 1 fasc. in-8°.

Archives italiennes de Biologie, sous la direction de A. Mosso, professeur de Physiologie à l'Université de Turin. Tome XX, fasc. II-III. Turin, Hermann Lœscher; 1 vol. in-8°.

Annuario della R. Accademia dei Lincei 1894, CCXCI della sua fondazione. Roma, 1894; 1 vol. in-16.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 MARS 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur les travaux de l'amiral Mouchez;
par M. O. Callandreau.

« En rappelant aujourd'hui devant vous la mémoire de l'amiral Mouchez, je n'ai pas l'intention de retracer dans tous ses détails une carrière de plus de cinquante ans vouée au service du pays, et dont la Marine a surtout le droit de revendiquer l'honneur. Je voudrais seulement montrer ce que la Science doit à la vive intelligence de M. Mouchez, à son activité infatigable et à sa vaillante énergie.

» Dès sa seconde campagne, de 1840 à 1844, dans les mers de la Chine, de l'Inde et de l'Océanie, à bord de la *Favorite*, M. Mouchez prélude aux travaux qui l'occuperont pendant la plus grande partie de sa vie. Attaché comme aspirant au service des chronomètres, et chargé de faire toutes les observations astronomiques relatives à la marche des montres et aux

coordonnées géographiques des stations, il est frappé de l'insuffisance des méthodes hydrographiques alors en usage. On se servait encore des levés sous voiles datant des voyages de découvertes des siècles précédents, et les instructions nautiques du *Voyage de Néarque,* le commandant de la flotte d'Alexandre, étaient l'un des meilleurs documents à consulter pour naviguer entre les Indes et le golfe Persique. Le levé d'une côte semblait une opération longue et compliquée, presque interdite à des officiers prenant part à une campagne active. Il lui parut qu'il n'était pas impossible d'exécuter rapidement des cartes hydrographiques propres à servir d'instruments de navigation.

» Poursuivant son idée, après l'expérience acquise dans une autre campagne de trois ans à bord du *Cassard,* dans la mer des Antilles, M. Mouchez fait exécuter, à ses frais, en 1849, par Brunner, une lunette méridienne portative qui doit permettre de faire des observations de *culminations lunaires* pendant les voyages de circumnavigation. La méthode des distances lunaires, la seule employée auparavant, ne pouvait fournir la longitude qu'à 25 ou 30 secondes de temps près. La lunette portative permettait d'avoir, au moyen de culminations lunaires observées dans de bonnes conditions, une longitude approchée à 3 ou 4 secondes de temps. De cet accroissement de précision allait profiter la construction des cartes hydrographiques, que M. Mouchez a levées, en très grand nombre, sans avoir presque jamais eu de mission spéciale, en utilisant simplement, comme il le dit, les loisirs de ses stations lointaines. Un peu plus tard (1855-1856), pour assurer au marin astronome la possibilité d'observer les astres, la Lune surtout, à tout moment favorable, il fait construire par Brunner, toujours à ses frais, un second instrument plus grand, plus complet que le premier, muni d'un cercle de hauteur et d'un cercle azimutal. C'est avec cet altazimut qu'il a déterminé un grand nombre de coordonnées géographiques, en particulier celles de l'île Saint-Paul, lors de l'expédition pour le passage de Vénus sur le Soleil.

» On ne saurait enfin passer sous silence le petit théodolite si bien utilisé dans les stations à terre pour obtenir le détail topographique.

» M. Mouchez aimait à parler de ses campagnes hydrographiques et à montrer ses beaux atlas. La précision et la fécondité de son procédé si simple et si facile, employé d'abord par nécessité, l'étonnaient toujours. Il s'animait en disant comment il suffisait de s'établir en un petit nombre de stations élevées, de manière à pouvoir embrasser d'un coup d'œil les détails de la côte, les groupes d'îles, etc., en même temps que les points

remarquables du territoire; de mesurer les coordonnées des points à relever, tout en faisant les observations astronomiques nécessaires pour avoir les coordonnées de la station; enfin de compléter l'ensemble de ces résultats par des vues détaillées des côtes, prises du mouillage.

» Les occasions de mettre ses méthodes en pratique ne lui manquèrent pas.

» En 1862, il est appelé au commandement du d'*Entrecasteaux*, et reçoit la mission d'aller au Brésil explorer le dangereux écueil des Abrolhos et d'en dresser une carte pour faciliter le nouveau service des paquebots des Messageries maritimes. Deux ans après, comme commandant de l'aviso à vapeur le *Lamothe-Piquet*, il est encore envoyé au Brésil, et, dans un court espace de deux ans, il complète la reconnaissance des mille lieues de côtes de ce pays entre l'Amazone et la Plata.

» Avec la franchise qui était un trait de son caractère, M. Mouchez ne donnait pas la carte du Brésil comme un travail définitif; mais il pouvait en être fier : c'était un témoignage éclatant de son activité, de son énergie et de l'entraînement auquel il avait soumis les officiers et le personnel du *Lamothe-Piquet*.

» De 1867 à 1870, M. Mouchez, qui dans l'intervalle avait été promu capitaine de vaisseau, fut chargé de lever les côtes de l'Algérie, travail qu'il reprit et compléta en 1873 et 1876, au cours d'une campagne nouvelle, non sans quelques incidents dus à l'hostilité des Bédouins de la Grande Syrte et de la Tripolitaine. Sans souci de sa sécurité, il abordait avec sa baleinière n'importe où, puis se lançait à la recherche des stations les plus convenables, suivi de son fidèle secrétaire et du porteur du théodolite, qui avaient souvent peine à le suivre, tellement il était rebelle à la fatigue. Un jour même il lui arriva d'être surpris par un fort parti de pillards bédouins, venus non en curieux mais avec des intentions menaçantes. Il s'en fallut de peu que le commandant Mouchez ne fût enlevé. L'intervention opportune d'un ancien turco le sauva; mais les hommes de la baleinière, qui se baignaient, se virent enlever leurs vêtements, et le commandant dut rejoindre son bord avec un équipage réduit au plus simple appareil.

» Quand l'Académie organisa les expéditions pour l'observation du passage de Vénus, le 9 décembre 1874, le commandant Mouchez, marin et astronome, se trouvait tout désigné pour en faire partie. Il a raconté les émouvantes péripéties de la mission de l'île Saint-Paul dans une lecture faite devant les cinq Académies en octobre 1875.

» Plein de confiance dans un heureux hasard et surtout dans sa ferme volonté de tout faire pour réussir, il quitte Maurice pour Saint-Paul, le 9 septembre, malgré les avis des pêcheurs qui fréquentent l'île chaque année, et lui affirment qu'il n'est pas possible de débarquer dans cette saison.

» Le 23 septembre, à l'approche de la nuit, l'ancre est jetée à l'entrée du cratère de l'ancien volcan dans lequel la mer a fait irruption. Mais trois jours s'étaient à peine écoulés qu'une tempête terrible se déchaîne : la *Dives* est emportée par l'ouragan loin du mouillage et pendant trois jours sa position est critique. Après la tempête, le commandant Mouchez revient à Saint-Paul, avec une seule ancre, et non sans peine; le débarquement est effectué sans perdre une minute et tout est préparé en vue de l'observation du 9 décembre.

» On est au 8 décembre, c'est-à-dire à la veille du passage : le temps est devenu si mauvais qu'on ne peut faire la répétition générale de l'observation avec tout le personnel à son poste. Cependant on continue à travailler; on termine, à minuit, la préparation des 250 plaques daguerriennes pour le lendemain, bien que tout paraisse absolument perdu.

» Une réussite complète, que rien ne pouvait faire prévoir, vint enfin couronner les efforts des missionnaires : pendant les cinq heures de la durée du passage de Vénus, l'île Saint-Paul s'était trouvée au centre même d'une tempête, et il fut possible de profiter des quelques heures d'embellie qu'on rencontre toujours au milieu d'un cyclone.

» Cette expédition de Saint-Paul, considérée à juste titre comme une action d'éclat, valut à M. Mouchez l'honneur de remplacer à l'Académie M. Mathieu. L'année précédente, avant de partir en mission, il avait été nommé membre du Bureau des Longitudes.

» Au retour de l'expédition de Saint-Paul, les instruments de la mission furent établis dans le parc de Montsouris, et M. Mouchez eut l'idée d'organiser une sorte d'observatoire d'études, sous le patronage du Bureau des Longitudes. Depuis 1877, un grand nombre d'officiers de marine et d'explorateurs sont venus s'y exercer à la pratique des observations et s'y familiariser avec les procédés les plus utiles de l'hydrographie et de la photographie. Grâce aux conseils reçus à Montsouris, plus d'un voyageur a pu rapporter les éléments d'une bonne carte des régions inconnues visitées par lui, et contribuer d'une manière efficace aux progrès de la Géographie.

» Peu d'établissements ont été installés à moins de frais et ont rendu de meilleurs services. M. Mouchez, qui en avait conscience, ne s'en dé-

sintéressa jamais. Directeur par la suite de l'Observatoire de Paris, il tenait à suivre chaque jour les travaux de Montsouris et se faisait un plaisir d'apprendre l'hydrographie à ses chers officiers de marine.

» La direction de l'Observatoire de Paris, laissée vacante par la mort de Le Verrier, fut confiée, en 1878, à M. Mouchez élevé en même temps au grade de contre-amiral.

» Les Rapports sur l'état de l'Observatoire présentés chaque année au Ministre, à partir de 1879, portent le témoignage d'une activité toujours avide de progrès. L'Amiral veut que la France ait un observatoire national outillé aussi bien que ceux de l'étranger, il se préoccupe beaucoup du développement de l'astronomie d'observation. C'est ainsi que le budget de l'établissement est augmenté d'une manière notable ; que son domaine est agrandi pour recevoir les instruments de notre confrère, M. Lœwy; qu'une école d'astronomie est fondée pour former des astronomes observateurs; la construction des instruments, l'optique figurent dans le programme d'études avec l'astronomie physique.

» L'amiral Mouchez, en effet, ne s'intéresse pas seulement aux observations astronomiques du genre de celles qu'il a pratiquées pendant de longues années. Les méthodes nouvelles de photométrie et de spectroscopie ont un grand attrait pour lui, et il s'empresse d'accueillir les savants qui s'en occupent. C'est ainsi qu'une salle de l'Observatoire et un objectif de 12 pouces sont mis à la disposition du regretté Thollon pour ses études spectroscopiques; la vérification si simple et si complète de la méthode Doppler-Fizeau, par la comparaison du mouvement de deux raies du fer qui sont déplacées par suite de la rotation du Soleil à deux raies telluriques voisines, est obtenue à l'Observatoire.

» Les savants étrangers sont également bien accueillis. M. Egoroff peut exécuter, grâce à son intervention, des expériences importantes sur le spectre d'absorption de l'atmosphère, entre l'Observatoire et le mont Valérien.

» Sous cette direction, à la fois ferme et active, le personnel se sentait entraîné comme l'avaient été les marins à bord du *Lamothe-Piquet*, lors du levé des côtes du Brésil; les élèves de l'École d'Astronomie aidant, il a été possible de produire, dans cette période, un nombre considérable d'observations. Mais l'Amiral estimait qu'on obtiendrait bien plus encore si l'on pouvait faire vivre les astronomes dans un établissement comme des marins à bord de leur navire; c'est là sans doute l'origine de son projet de transfert de l'Observatoire en dehors de Paris, exposé au

commencement du Rapport pour l'année 1884, et qui ne devait pas aboutir.

» Ce Rapport pour l'année 1884 marque dans les quatorze années de direction de l'Amiral. On y trouve l'annonce de l'impression du *Catalogue de l'Observatoire de Paris,* qui résume, en quelque sorte, plus d'un demi-siècle de travaux, et comprend les positions des étoiles observées aux instruments méridiens depuis 1837. L'ensemble du Catalogue doit former huit gros volumes in-4°, dont quatre ont déjà paru, à la grande satisfaction des astronomes. Le *Bulletin astronomique,* destiné à recevoir les observations et les Mémoires des astronomes français et à faire connaître les principales publications étrangères, a été fondé au commencement de l'année 1884; depuis cette époque, il paraît sous la direction de notre confrère, M. Tisserand. Une autre fondation, relatée dans le même Rapport, et à laquelle l'Amiral portait beaucoup d'intérêt, est celle d'un pavillon astronomique au sommet du pic du Midi, avec un équatorial de $0^{m},21$ d'ouverture. C'était alors, mais ce n'est plus, l'observatoire le plus haut placé.

» Le fait capital de l'année 1884 est le grand progrès réalisé par MM. Henry dans la Photographie astronomique, progrès dont M. Mouchez a vu du premier coup toute la portée. Les résultats obtenus avec un objectif de $0^{m},16$ d'ouverture, taillé par MM. Henry spécialement pour la photographie, furent si remarquables que l'Amiral, sans s'arrêter aux questions financières, ordonna aussitôt la construction d'un équatorial photographique de $0^{m},34$ d'ouverture pour entreprendre la Carte du Ciel. L'appareil se trouva prêt à fonctionner dès le printemps de 1885 et réalisa toutes les espérances qu'on avait fondées sur lui, témoin la magnifique carte des Pléiades annexée au Rapport de 1885, sur laquelle on découvre une nébuleuse nouvelle qui semble s'échapper de l'étoile Maïa et qu'il a été fort difficile d'apercevoir dans les instruments les plus puissants.

» Dans le Rapport de 1885, l'Amiral conclut que les progrès réalisés imposent aux astronomes l'obligation d'entreprendre en commun le levé de la Carte du Ciel, qui léguerait à la postérité la position de 20 ou 30 millions d'astres visibles avec les plus puissants instruments à la fin du XIX^e^ siècle. Il annonce que l'Observatoire de Paris a commencé pour sa part et va poursuivre très activement les travaux de photographie astronomique.

» Pendant l'année 1886, il s'adresse aux principaux astronomes du monde civilisé, et leur propose de se réunir à Paris pour établir l'entente nécessaire. Fort des approbations officieuses qui lui arrivent de toutes

parts, il place l'entreprise sous le haut patronage de l'Académie des Sciences, et au mois d'avril 1887, cinquante-six astronomes des deux mondes et des deux hémisphères, réunis en Congrès à l'Observatoire de Paris, consacraient l'initiative prise par l'Amiral.

» Son entrain et ses réceptions cordiales eurent l'influence la plus favorable sur la marche des travaux du Congrès et des deux autres qui ont suivi en 1889 et 1891.

» Dans les deux dernières années, il prenait un grand intérêt au développement d'un nouveau service de Spectroscopie qu'il s'était empressé d'établir dès que l'occasion s'en était présentée; il en prépara l'organisation de tout son pouvoir et réussit à obtenir du Ministère un crédit spécial. Les résultats déjà obtenus, d'un haut intérêt, sont ainsi dus à une heureuse inspiration de sa part.

» L'amiral Mouchez est mort à un âge où l'on pouvait encore attendre beaucoup de lui; mais il a eu du moins, avant de disparaître, le bonheur de voir que la Carte du Ciel était en bonne voie d'exécution, et que le succès du grand dessein qu'il avait conçu était désormais assuré. Son nom restera attaché à cette œuvre qui est encore un témoignage de sa vaillance entreprenante. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la série de Laplace.*
Note de M. **H. Poincaré**.

« On sait que Dirichlet a le premier démontré d'une façon rigoureuse le résultat énoncé par Laplace qu'une fonction arbitraire des coordonnées d'un point sur une sphère peut être développée en une série de fonctions sphériques. Il n'a pas défini les conditions auxquelles doit satisfaire cette fonction arbitraire avec autant de précision que dans son Mémoire sur la série de Fourier; aussi ne faudrait-il pas croire que sa démonstration s'applique à des cas aussi étendus et qu'il ne faut pas faire des hypothèses plus restrictives. A un moment de sa démonstration, en effet, il procède à une intégration par parties, ce qui l'oblige à différentier la fonction qu'il appelle $\Theta(\psi)$.

» Cependant sa démonstration s'applique sans difficulté au cas suivant qui est le plus important : supposons que la surface de la sphère soit partagée en un certain nombre de régions

$$R_1, \quad R_2, \quad \ldots, \quad R_q$$

et que chacune de ces régions soit limitée par un polygone curviligne formé d'un nombre fini d'arcs de courbes analytiques; supposons que dans chacune de ces régions la fonction arbitraire V à développer soit analytique, mais qu'elle éprouve des discontinuités quelconques, quoique en restant finie, quand on passe d'une région à l'autre. Elle peut même être étendue à des cas plus généraux sur lesquels je reviendrai plus loin, mais que je laisse de côté pour le moment.

» Je ferai la même hypothèse; car le but de cette Note n'est pas de généraliser la démonstration de Dirichlet, mais de la présenter sous une forme nouvelle qui me paraît plus simple.

» Soit donc une sphère S de centre O et de rayon 1; passons aux coordonnées polaires en posant

$$x = r\sin\theta\cos\varphi, \qquad y = r\sin\theta\sin\varphi, \qquad z = r\cos\theta.$$

» Soit sur cette sphère un élément de surface $d\omega'$ ayant pour centre de gravité un point M′ dont les coordonnées rectangulaires sont x', y', z' et les coordonnées polaires 1, θ' et φ'.

» Soit à l'intérieur de la sphère un point M dont les coordonnées rectangulaires sont x, y, z et les coordonnées polaires r, θ et φ.

» Soit V la fonction à développer qui deviendra V′ quand on y changera θ et φ en θ' et φ'.

» Soit ρ la distance MM′ et γ l'angle MOM′ de sorte que

$$\cos\gamma = \cos\theta\cos\theta' + \sin\theta\sin\theta'\cos(\varphi - \varphi'),$$
$$\rho^2 = 1 - 2r\cos\gamma + r^2.$$

» Introduisons la fonction

$$W = \int \frac{V'(1 - r^2)\,d\omega'}{4\pi\rho^3},$$

l'intégration étant étendue à tous les éléments $d\omega'$ de la sphère.

» On sait que cette fonction satisfait à l'équation de Laplace, qu'elle tend vers V quand r tend vers 1; que quand le module de r est plus petit que 1 elle est développable en série convergente sous la forme

$$W = \Sigma X_n r^n. \tag{1}$$

» Il s'agit de savoir si cette série converge encore pour $r = 1$ et si elle représente alors V.

» Je vais regarder θ et φ comme des constantes et r comme une variable

à laquelle je donnerai des valeurs réelles ou imaginaires. Si θ et φ sont des constantes, la droite OM est fixe; j'appelle β l'angle du plan MOM' avec un plan fixe passant par OM. Alors V' peut être regardé comme fonction de γ et de β, et l'on a

$$d\omega' = \sin\gamma\, d\gamma\, d\beta.$$

» Posons

$$F(\gamma) = \int_0^{2\pi} V'\, d\beta;$$

d'où

$$4\pi W = \int_0^{\pi} F(\gamma)(1 - r^2)\frac{\sin\gamma}{\rho^3}\, d\gamma.$$

» On voit d'abord que $F(\gamma)$ est une fonction continue; il n'y a d'exception que si le contour de l'une des régions R comprend un arc du petit cercle $\gamma = \gamma_0$. Dans ce cas $F(\gamma)$ est discontinue pour $\gamma = \gamma_0$. De plus $F(\gamma)$ a une dérivée finie, sauf pour les valeurs singulières $\gamma_1, \gamma_2, \ldots$, qui sont telles que le petit cercle $\gamma = \gamma_i$ est tangent au contour de l'une des régions R. Pour ces valeurs singulières, qui d'après nos hypothèses sont en nombre fini, la dérivée $F'(\gamma)$ est infinie, généralement d'ordre $\frac{1}{2}$, d'ordre $\frac{p-1}{p}$ si le contact est d'ordre $p - 1$.

» L'intégration par parties nous donne

$$(2)\qquad 4\pi W = -F(\gamma)\frac{1-r^2}{r}\frac{1}{\rho} + \int F'(\gamma)\frac{1-r^2}{r}\frac{d\gamma}{\rho}.$$

» Il s'agit de savoir ce que devient cette expression quand le module de r tendant vers l'unité, r tend vers $e^{i\psi}$; on trouve alors

$$\rho = e^{\frac{i\psi}{2}}\sqrt{2(\cos\psi - \cos\gamma)}.$$

» Le signe du radical est toujours parfaitement défini, puisqu'on sait qu'on doit faire tendre le module de r vers l'unité par valeurs plus petites que 1.

» On voit alors que W reste fini quand $\pm\psi$ n'est pas égal à l'une des valeurs singulières γ_i qui rendent $F'(\gamma)$ infini. Si $\psi = \pm\gamma_i$, W devient infini, en général logarithmiquement, d'ordre $\frac{p-2}{2p}$ si le cercle $\gamma - \gamma_i$ a un contact d'ordre $p - 1$ avec le contour d'une des régions R, d'ordre $\frac{1}{2}$ si la fonction $F(\gamma)$ est discontinue.

» Dans tous les cas, et c'est là le point essentiel, l'intégrale

$$\int |W|\, d\psi$$

reste finie.

» D'autre part, si ψ est compris entre ψ_0 et ψ_1, et que dans cet intervalle ne se trouve aucune des valeurs singulières $\pm\gamma_i$, si $r = |r| e^{i\psi}$ et que $|r|$ tende vers l'unité, la fonction W tendra *uniformément* vers sa limite, ce qui prouve que l'intégrale

$$\int W r^{\pm n}\, dr \tag{3}$$

prise le long du cercle de rayon 1 est la limite vers laquelle tend cette même intégrale prise le long d'un cercle de rayon $r < 1$, lorsque r tend vers 1, et, par conséquent, en vertu du théorème de Cauchy, que ces deux intégrales sont égales.

» Cela posé, il s'agit de savoir si la fonction W peut être représentée pour $\rho = e^{i\psi}$, c'est-à-dire, sur le cercle de rayon 1, par la série de Fourier. Il est clair qu'il en est ainsi, car l'intégrale de Dirichlet

$$\int_{-\pi}^{+\pi} \frac{W}{2\pi} \frac{\sin \frac{2n+1}{2}(\psi - \alpha)}{\sin \frac{\psi - \alpha}{2}}\, d\psi$$

conserve sa propriété caractéristique, qui est de tendre vers la valeur de W pour $\psi = \alpha$ quand n croît indéfiniment. Ainsi W est développable par la série de Fourier, et les coefficients sont les mêmes que ceux de la série (1), puisqu'ils sont les uns et les autres exprimés à l'aide de l'intégrale (3).

» On a donc pour $r = e^{i\psi}$

$$W = \Sigma X_n e^{ni\psi},$$

et pour $r = 1$

$$V = \Sigma X_n. \qquad \text{C. Q. F. D.}$$

» Bien que présentée sous une forme notablement plus simple, cette démonstration ne diffère pas essentiellement de celle de Dirichlet; elle s'applique donc, comme celle-ci, à des cas fort étendus.

» Pour qu'elle ne soit pas en défaut, il suffit que l'intégrale

$$\int |W|\, d\psi$$

reste finie et que les parties réelle et imaginaire de W soient la différence de deux fonctions n'ayant qu'un nombre fini de maxima et de minima.

» Il suffira pour cela, par exemple, que la fonction V ait ses dérivées des deux premiers ordres finies dans chacune des régions R ; il n'est donc pas nécessaire qu'elle reste analytique.

» La démonstration de Bonnet est valable dans les mêmes conditions. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation au four électrique d'un carbure de calcium cristallisé; propriétés de ce nouveau corps.* Note de M. **Henri Moissan.**

« L'étude des carbures métalliques est peu avancée. On sait depuis longtemps que certains métaux en fusion peuvent dissoudre des quantités variables de carbone. Mais la classe des carbures ne renferme guère que des composés formés le plus souvent par dissolution d'un carbure défini dans un grand excès de métal. Si l'on n'arrive pas à préparer dans nos fourneaux de laboratoire des carbures cristallisés, cela tient à ce que la température n'est pas assez élevée. Le four électrique permettant d'atteindre une limite voisine de 3500° nous mettait à même d'aborder cette étude dans de meilleures conditions.

» *Carbure de calcium.* — Wœhler (¹) avait démontré que, par l'action du carbone sur l'alliage de zinc et de calcium, on obtenait un mélange de différents composés fournissant, en présence de l'eau à la température ordinaire, un dégagement de gaz acétylène. Nous rappellerons aussi, dans un autre ordre d'idées, que Winkler (²) avait indiqué la réduction des carbonates alcalino-terreux par le magnésium. M. Maquenne (³), reprenant et étudiant plus complètement cette réaction, a préparé un carbure de baryum impur, qui, au contact de l'eau, produisait de l'acétylène ne renfermant que de 3 à 7 pour 100 d'hydrogène.

» *Préparation.* — On fait un mélange intime de 120^{gr} de chaux de marbre et de 70^{gr} de charbon de sucre; on place une partie de ce mélange

---

(¹) Wœhler, *Préparation de l'acétylène par le carbure de calcium* (*Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXXV, p. 120).

(²) Winkler, *Berichte*, t. XXIII, p. 120, et t. XII, p. 62.

(³) Maquenne, *Sur une nouvelle préparation de l'acétylène* (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXVIII, p. 257).

dans le creuset du four électrique, et l'on chauffe, pendant quinze à vingt minutes, avec un courant de 350 ampères et 70 volts.

» On obtient, dans ces conditions, un carbure ou acétylure répondant à la formule C^2Ca, d'après l'équation suivante :

$$CaO + C^3 = C^2Ca + CO.$$

» On laisse à dessein la chaux en léger excès, puisque le creuset fournit la quantité de charbon nécessaire à un carbure défini. Le rendement est de 120^{gr} à 150^{gr} environ.

» Le carbonate de chaux peut être substitué à la chaux dans ce mélange, mais ce procédé est moins avantageux à cause du plus grand volume des substances employées.

» La formule suivante indique, dans ce cas, les proportions de carbonate de calcium et de charbon :

$$CO^3Ca + 4C = C^2Ca + 3CO.$$

» Le produit obtenu dans les deux expériences présente le même aspect. C'est une masse noire, homogène, qui a été fondue et qui a pris exactement la forme du creuset.

» *Propriétés physiques.* — Cette masse de carbure se clive avec une très grande facilité et présente une cassure nettement cristalline. Les cristaux qui peuvent être détachés ont un aspect mordoré, sont opaques, brillants. Leur densité, prise dans la benzine à la température de 18°, est de 2,22 ; ce carbure est insoluble dans tous les réactifs, dans le sulfure de carbone, dans le pétrole et dans la benzine.

» *Propriétés chimiques.* — L'hydrogène n'agit pas à chaud ou à froid sur le carbure de calcium.

» Le chlore sec est sans action à froid. A la température de 245° le carbure devient incandescent dans une atmosphère de chlore; il se produit du chlorure de calcium et il reste du charbon, mais le poids de ce corps simple est inférieur au poids du carbone de l'acétylure. Le brome réagit à 350°, et la vapeur d'iode décompose aussi ce carbure avec incandescence à 305°.

» Le carbure de calcium brûle dans l'oxygène au rouge sombre en fournissant du carbonate de calcium. Dans la vapeur de soufre, l'incandescence se produit vers 500° avec formation de sulfure de calcium et de sulfure de carbone.

» L'azote pur et sec ne réagit pas même à 1200°. La vapeur de phosphore au rouge transforme le carbure de calcium en phosphure sans incandescence. La vapeur d'arsenic au contraire réagit avec un grand dégagement de chaleur en produisant de l'arséniure de calcium.

» Au rouge blanc, le silicium et le bore sont sans action sur ce composé.

» Le carbure de calcium ne réagit pas sur la plupart des métaux. Il n'est pas décomposé par le sodium et le magnésium à la température de ramollissement du verre. Avec le fer, il n'y a pas d'action au rouge sombre, mais à haute température, il se forme un alliage carburé de fer et de calcium. L'étain ne paraît pas avoir d'action au rouge, tandis que l'antimoine fournit à la même température un alliage cristallin renfermant du calcium.

» L'action la plus curieuse présentée par ce carbure de calcium est celle qu'il fournit avec l'eau. Dans une éprouvette remplie de mercure, on fait passer un fragment de ce carbure, puis on ajoute quelques centimètres cubes d'eau; il se produit aussitôt un violent dégagement de gaz qui ne s'arrête que lorsque tout le carbure est décomposé, enfin il reste dans le liquide de la chaux en suspension. Ce corps gazeux est de l'acétylène pur [1] entièrement absorbable par le sous-chlorure de cuivre ammoniacal en ne laissant dans le haut du tube qu'un onglet presque imperceptible d'impureté. Cette décomposition par l'eau se produit avec

---

[1] Ce gaz est bien de l'acétylène pur, car l'analyse eudiométrique nous a donné les chiffres suivants :

Gaz analysé	1,28
Oxygène	15,15
Gaz total	16,43
Ap. étincelle	14,50
Ap. potasse	11,98
Contraction	1,93
CO^2 par différence	2,52

Si le gaz était de l'acétylène C^2H^2, nous aurions théoriquement 1,95 comme contraction et 2,56 comme volume de l'acide carbonique. Une autre analyse eudiométrique a donné un résultat identique. Cette preuve était bien suffisante pour établir la pureté du gaz obtenu; nous avons tenu cependant à déterminer la densité de ce carbure gazeux. Deux expériences nous ont fourni les chiffres 0,907 et 0,912. M. Berthelot a indiqué comme densité de l'acétylène 0,92 et la densité théorique est 0,90.

dégagement de chaleur, mais sans aller jamais jusqu'à l'incandescence,

$$C^2Ca + H^2O = C^2H^2 + CaO.$$

» Cette réaction interviendra dans nos recherches aussitôt que le carbure se trouvera au contact d'un liquide renfermant de l'eau.

» Ce carbure ou acétylure de calcium nous fournit donc un moyen facile de préparation de l'acétylène pur. Il vient s'ajouter aux procédés déjà indiqués par M. Berthelot dans l'étude magistrale qu'il a publiée sur ce composé.

» Si l'on fait réagir la vapeur d'eau au rouge sombre sur le carbure de calcium, la réaction se produit avec une énergie beaucoup plus faible. Le carbure ne tarde pas à se recouvrir, en effet, d'une couche de charbon et de carbonate qui limite l'action de la vapeur d'eau, et le dégagement gazeux formé, en grande partie, d'hydrogène et d'acétylène, est beaucoup moins rapide.

» Les acides réagiront sur ce carbure surtout lorsqu'ils seront étendus. Avec l'acide sulfurique fumant, il se produit un dégagement assez lent, et le gaz paraît s'absorber en grande partie. L'acide ordinaire produit une décomposition beaucoup plus vive, et prend une odeur aldéhydique marquée.

» Avec l'acide azotique fumant, il n'y a pas de réaction à froid, et l'attaque est à peine sensible à l'ébullition. L'acide azotique très étendu fournit de l'acétylène.

» Une solution étendue d'acide iodhydrique fournit aussi un dégagement d'acétylène pur. Il en est de même avec une solution d'acide chlorhydrique. Chauffé au contraire avec le gaz acide chlorhydrique sec, il se produit au rouge vif une incandescence marquée, et il se dégage un mélange gazeux très riche en hydrogène.

» Certains oxydants agissent avec une grande énergie sur ce composé. L'acide chromique fondu devient incandescent au contact du carbure de calcium en dégageant de l'acide carbonique. La solution d'acide chromique ne dégage du carbure que de l'acétylène. Le chlorate de potassium et l'azotate de potassium en fusion n'attaquent pas sensiblement le carbure de calcium. Il faut les porter au rouge pour que la décomposition se produise avec incandescence et formation de carbonate de calcium. Le bioxyde de plomb, l'oxyde avec incandescence au-dessous du rouge sombre, et le plomb provenant de la réduction renferment du calcium.

» Broyé avec du fluorure de plomb, à la température ordinaire, le carbure de calcium devient incandescent.

» Chauffé en tube scellé avec l'alcool anhydre à 180°, le carbure de calcium fournit de l'acétylène et de l'éthylate de calcium.

$$2(C^2H^5OH) + C^2Ca = C^2H^2 + (C^2H^5O)Ca.$$

» Le gaz acétylène obtenu dans cette réaction est complètement absorbable par le sous-chlorure de cuivre ammoniacal, mais il fournit un acétylure noir qui semble indiquer l'existence de carbures acétyléniques.

» L'action violente exercée par l'acétylène sur le chlore, démontrée par M. Berthelot [1], peut être mise en évidence de la façon suivante.

» Dans un flacon contenant de l'eau froide, bien saturée de chlore, on laisse tomber quelques fragments de carbure de calcium. Il se dégage aussitôt des bulles d'acétylène qui prennent feu au contact du chlore en même temps qu'on perçoit nettement l'odeur des chlorures de carbone.

» Cette forme de décomposition peut fournir une belle expérience de cours.

» *Analyse*. — Les dosages du carbone et du calcium dans le composé cristallisé, que nous venons de décrire, nous ont fourni les chiffres suivants [2] :

	1.	2.	3.	4.	Théorie.
Calcium.....	62,7	62,1	61,7	62,0	62,5
Carbone.....	37,3	37,8	»	»	37,5

» En résumé, aussitôt que la température est assez élevée le calcium mé-

---

(1) BERTHELOT, *Recherches sur l'acétylène* (*Annales de Chimie et de Physique*, t. LXVII, p. 52).

(2) Le dosage du calcium a été fait avec facilité après décomposition par l'eau de l'acétylure et en tenant compte pour les numéros 3 et 4 d'une petite quantité de carbone insoluble qui restait après l'action de l'eau. Le carbone a été dosé par différence, grâce à la perte de poids de l'acétylène gazeux, dans un petit appareil identique à celui dont on se sert pour analyser les carbonates. Il a été facile de doser aussi le carbone en recueillant sur la cuve à mercure le gaz dégagé par un poids donné d'acétylure placé dans un tube gradué et additionné ensuite d'une petite quantité d'eau. Ce deuxième procédé nous a donné les chiffres suivants :

1° $0^{gr},1895$ de carbure ont dégagé 64^{cc} de gaz en présence de 4^{cc} d'eau. Le liquide dissolvant son volume d'acétylène, il s'est donc produit 68^{cc} de gaz. Théoriquement à 15° et à 760^{mm}, 0,1895 du carbure C^2Ca devrait donner 68^{cc}.

2° 0,285 de carbure ont donné $96^{cc},5$ en présence de 4^{cc} d'eau, soit au total $96,5 + 4 = 100,5$. Théoriquement on devrait en recueillir 102^{cc}.

tallique ou ses composés forment avec facilité, au contact du carbone, un carbure ou acétylure de formule C^2Ca.

» Cette réaction présentera peut-être quelque intérêt en Géologie.

» Il est vraisemblable que, dans les premières périodes géologiques, le carbone du règne végétal et du règne animal a existé sous forme de carbures. La grande quantité de calcium répandue à la surface du sol, sa diffusion dans tous les terrains de formation récente ou ancienne, la facilité de décomposition de son carbure dans l'eau peuvent laisser croire qu'il a joué un rôle dans cette immobilisation du carbone sous forme de composé métallique.

» D'ailleurs M. Berthelot a déjà insisté sur ce point que l'action de la vapeur d'eau sur les acétylures alcalins ou alcalino-terreux [1] pouvait expliquer très simplement la génération des carbures et des différentes matières charbonneuses.

» Nous ajouterons que l'action de l'air sur ce carbure de calcium, produisant au rouge de l'acide carbonique, permettrait d'expliquer le passage du carbone d'un carbure solide à la forme gazeuse de l'acide carbonique qui peut dès lors être assimilé par le règne végétal. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Détermination de la densité de la magnésie fondue;* par M. HENRI MOISSAN.

« M. Ditte [2] a démontré en 1871 que la magnésie se polymérisait par suite d'élévations successives de températures et que l'ensemble de ses propriétés chimiques et thermiques variait ainsi d'une façon continue.

» La densité de cet oxyde en particulier s'élève rapidement avec la température. M. Ditte a donné les chiffres suivants :

	D_0.
A 350°........................	3,1932
Rouge sombre..................	3,2482
Rouge blanc...................	3,5699

» Dans nos expériences, faites au four électrique, nous avons toujours

---

(1) BERTHELOT, *Sur l'origine des carbures et des combustibles minéraux* (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IX, p. 481).

(2) DITTE, *De l'influence qu'exerce la calcination de quelques oxydes métalliques sur la chaleur dégagée pendant leur combinaison* (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 111 et 270).

remarqué que la magnésie, purifiée par le procédé de M. Schlœsing, était irréductible par le charbon. La connaissance de cette propriété était très importante pour nous, puisqu'elle nous a permis de construire l'intérieur de nos fours avec des plaquettes alternées de magnésie et de charbon, et d'utiliser cette même magnésie pour la formation de nos creusets.

» En présence de la facile réduction, à la température de l'arc, des oxydes alcalino-terreux et de l'oxyde d'uranium par le charbon, cette stabilité de la magnésie nous a semblé assez curieuse pour nous amener à reprendre la densité de cet oxyde fondu au four électrique.

» Ces déterminations ont été faites dans la benzine et dans l'alcool absolu en suivant les précautions très bien indiquées d'ailleurs dans le Mémoire de M. Ditte. Chacun des chiffres que nous donnons ci-dessous représente la moyenne de quatre expériences. Le premier échantillon avait été chauffé pendant dix heures au four à vent, alimenté par du charbon de cornue. Le deuxième échantillon provenait de plaques de magnésie en partie cristalline qui avaient subi pendant deux heures l'action de l'arc électrique. Le troisième provenait d'une masse de magnésie de 50^{gr} fondue en un seul bloc dans un creuset du four électrique.

» Nous avons obtenu les chiffres suivants :

	D^{20}.
1° MgO (four à vent)	3,577
2° » (plaques du four)	3,589
3° » (masse fondue)	3,654

» Cette augmentation de densité indique que la polymérisation de la magnésie se continue jusqu'à son point de fusion. Cette densité peut donc varier de 3,19 à 3,65. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations actinométriques faites en 1893 à l'Observatoire de Montpellier;* par M. **Crova**.

« Ces observations sont faites régulièrement depuis onze années par MM. Houdaille et Sémichon, vers 11^h30^m, époque approximative du maximum diurne.

» Les hautes températures et la sécheresse qui ont caractérisé l'été de 1893 rendaient particulièrement intéressante la discussion des observations faites cette année.

» Nous rappellerons que les calories indiquées sont les petites calories

(gramme-degré), reçues en une minute sur une surface noire d'un centimètre carré, exposée normalement aux rayons solaires.

Intensités calorifiques.

	Moyennes mensuelles.			Moyennes des saisons.	Maxima absolus.	
	c	c	c	c	c	
Hiver..........	1,02	1,01	1,07	1,03	1,20	le 2 février,
Printemps......	1,16	1,15	1,27	1,19	1,42	le 2 mai,
Été............	1,22	1,16	1,27	1,18	1,46	le 27 juin,
Automne.......	1,20	1,17	1,16	1,17	1,31	le 3 septembre et le 22 octobre.

Moyenne annuelle........................ $1^c,142$

Heures d'insolation.

	Totaux. des mois.			Totaux. des saisons.
	h m	h m	h m	h m
Hiver.........	86.58	102.42	116.16	305.56
Printemps....	182.32	237.53	231.5	651.30
Été...........	253.2	241.8	295.1	799.11
Automne......	204.58	178.16	83.8	466.22

Total pour l'année................. $2222^h 50^m$.

» Les valeurs considérables qu'a atteintes la radiation solaire en 1893 sont surtout remarquables au printemps, en été et en automne. En hiver, au contraire, la radiation et les heures d'insolation sont un peu inférieures à la moyenne.

» J'ai comparé les valeurs élevées de 1893 aux résultats des observations faites pendant les dix années précédentes, en raison de la précocité de la végétation et de la maturation des fruits qui ont caractérisé l'année 1893. Cette comparaison est d'autant plus autorisée que, pendant la série ininterrompue de onze années que nous possédons, les observations ont été faites à la même station, avec les mêmes instruments et par la même méthode.

	Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.
	c	c	c	c	c	c
Moyenne des dix premières années....	0,976	1,037	1,080	1,100	1,151	1,134
Année 1893........	1,02	1,01	1,07	1,16	1,15	1,27
Différence.........	+0,044	−0,027	−0,010	+0,060	−1,001	+0,136

	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.
Moyenne des dix premières années....	c 1,105	c 1,107	c 1,059	c 1,071	c 1,027	c 1,039
Année 1893........	1,22	1,16	1,18	1,20	1,17	1,16
Différence.........	+0,115	+0,053	+0,121	+0,129	+0,143	+0,121

	Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.	Année.
Moyenne des dix premières années.....	c 1,031	c 1,128	c 1,090	c 1,044	c 1,080
Année 1893.........	1,03	1,19	1,18	1,17	1,142
Différence..........	—0,001	+0,062	+0,090	+0,126	+0,062

» Les excès sur la moyenne sont surtout remarquables pendant les mois de mai, juin, août, septembre, octobre et novembre; le plus fort (0,143 en octobre) représente les treize centièmes de la valeur moyenne correspondante.

» La loi de la variation annuelle de la radiation solaire se trouve remarquablement confirmée par la série de dix années. Dès le commencement de mes recherches sur ce sujet, j'avais indiqué cette loi générale, qui a été confirmée par mes travaux ultérieurs et par ceux de M. Savélieff à Kieff et de Colley à Moscou.

» La valeur moyenne déduite d'une série de dix années élimine de légers écarts, qui peuvent être attribués à des causes accidentelles, et donne une loi générale qui paraît être la même pour des points du globe très éloignés l'un de l'autre, et placés dans des conditions de climat très différentes.

» On voit, d'après le Tableau précédent, que la plus faible radiation a lieu en décembre ($0^c,976$); elle augmente ensuite d'une manière continue pour atteindre un maximum principal ($1^c,151$) au mois d'avril; elle diminue ensuite, et n'arrive aux mois de juin et de juillet qu'à des valeurs à peine supérieures à celle du mois de mars; elle diminue encore en août, puis se relève au mois de septembre, pour décroître d'une manière continue jusqu'à la fin de l'année.

» Les variations accidentelles de l'état atmosphérique peuvent quelquefois déplacer un peu les dates des maxima et des minima; c'est ainsi qu'en 1893 le régime de l'hiver a suivi à peu près la marche normale, mais les grandes sécheresses du printemps et de l'été, en augmentant la transparence calorifique de l'atmosphère, ont retardé le maximum principal, qui s'est produit en mai; l'été et l'automne ont donné des valeurs supérieures à la moyenne, mais un relèvement s'est produit comme d'habitude

en septembre; le 27 juin, on a observé un maximum absolu très rarement atteint à Montpellier, de $1^c,46$.

» La détermination de l'intensité calorifique de la radiation solaire, faite d'une manière continue, présenterait donc, indépendamment de son application au calcul de la constante solaire et de sa variation avec la période des taches, l'avantage de donner sur les variations climatériques des indications d'une très grande importance pour la Physique du globe. »

MÉMOIRES LUS.

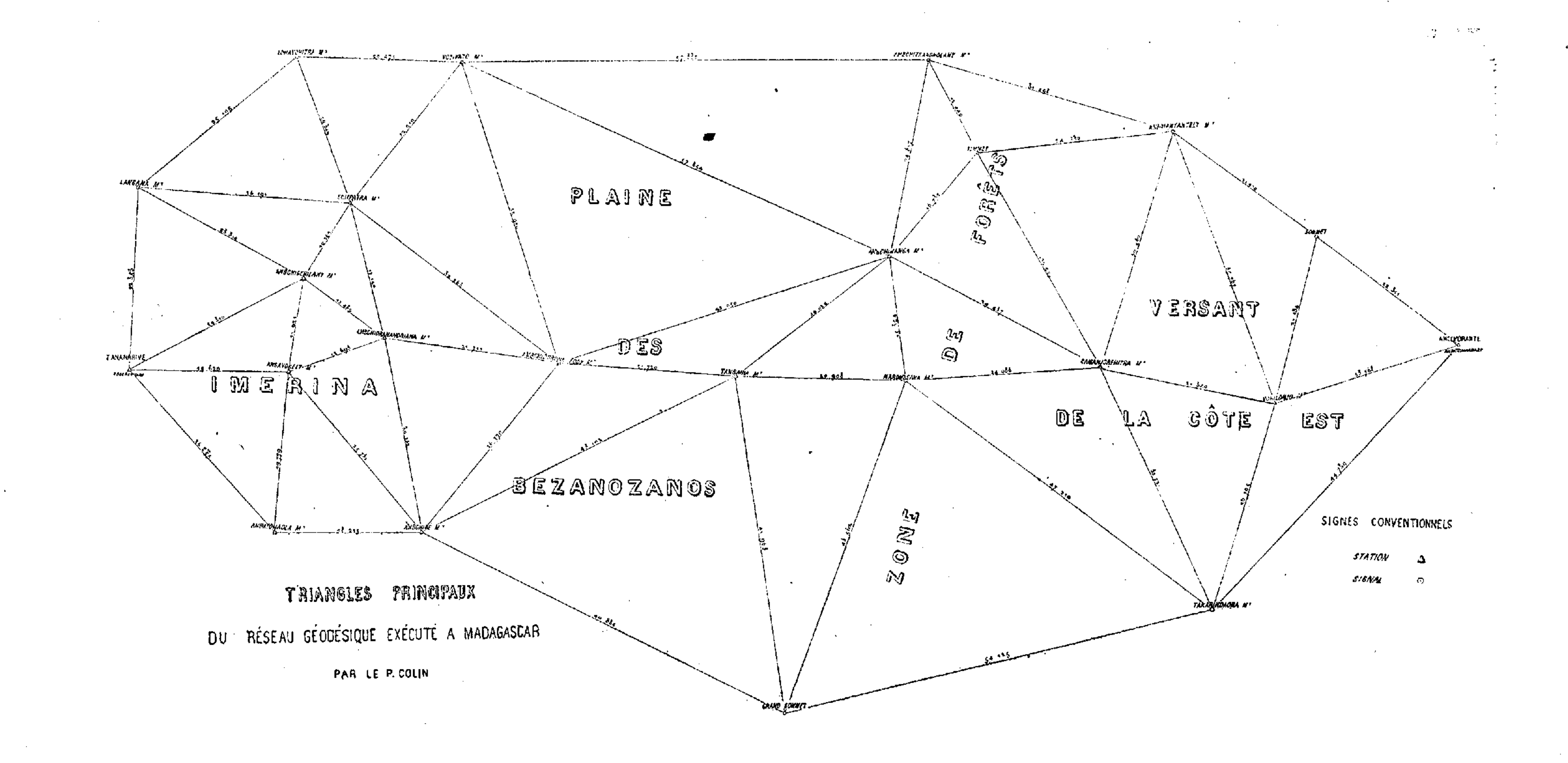
ASTRONOMIE. — *Travaux à Madagascar en* 1892; par le P. **E. Colin.**

« En remerciant l'Académie qui a bien voulu m'aider pour l'exécution de travaux scientifiques accomplis, durant l'année 1892, dans le centre et l'est de Madagascar, j'ai l'honneur de lui en présenter quelques résultats.

» *Géodésie.* — Notre canevas trigonométrique, exécuté en vue d'une Carte, s'étend depuis le plateau ondulé de la province de l'Imerina jusqu'à la côte est. Ce réseau continu, de $211\,140^m$ de longueur et $80\,000^m$ environ de largeur, comprend 76 stations d'où nous avons obtenu 3908 angles azimutaux, dont 483 orientés, et formé plus de 1400 triangles.

» Le point de départ de ce travail fut une base de 1800^m mesurée avec des règles de sapin dans la plaine de Maharemana, à 40^{km} ouest-sud-ouest de Tananarive (Journal *Cosmos*, 24 septembre 1892). Par une suite de triangles mesurés avec un théodolite qui donnait $0',5$, nous avons d'abord fixé les positions de plusieurs montagnes et signaux de l'Imerina; parvenus au massif de l'Ankay, qui limite cette province de celle des Bazanozanos, nous avons déterminé de plusieurs points les lieux de quelques sommets dans la grande forêt, aux pieds de laquelle s'étend vers l'est le versant de la zone côtière. Ces sommités furent plus tard identifiées et reliées aux stations de la côte, par le problème classique des segments capables. Nous sommes ainsi arrivés jusqu'à Andevorante, village situé sur les bords de l'océan Indien, à environ 88^{km} au sud-sud-ouest de Tamatave.

» Après les relèvements en azimut, mon collaborateur, le P. Roblet, exécutait à la planchette les levés de détail, tandis que je mesurais les apozéniths des sommités importantes. Sur quatre signaux visibles de l'observatoire de Tananarive, nous avons obtenu les différences d'altitudes au



TRIANGLES PRINCIPAUX

DU RÉSEAU GÉODÉSIQUE EXÉCUTÉ A MADAGASCAR

PAR LE P. COLIN

moyen de deux théodolites, par des observations réciproques et simultanées. La valeur moyenne du coefficient de réfraction a été trouvée égale à 0,0773, quantité voisine du coefficient 0,08, dont nous avons fait usage dans nos calculs de ces nivellements trigonométriques.

» Le plus grand nombre de ces hauteurs angulaires et réciproques n'a pu être observé simultanément. Le pointé des forêts offrit quelques difficultés; afin de mieux préciser la partie la plus élevée des arbres, nous visions à la distance de 20^{km} de part et d'autre des deux versants. Les apozéniths de montagnes sont au nombre de 803; nous en avons déduit 64 altitudes. Du haut de dix stations de la côte, d'où l'on apercevait distinctement l'horizon de la mer, nous en mesurâmes la distance zénithale. Enfin, sur les points importants de la triangulation, nous notions à une heure après midi les indications de nos baromètres anéroïdes, le degré de chaleur de l'air, et la température de la vapeur d'eau bouillante marquée par nos deux hypsomètres, simultanément avec les observations du baromètre à mercure faites dans l'observatoire de Tananarive et à la station météorologique de Tamatave sur les bords de la mer. Les altitudes étaient donc contrôlées le plus souvent par trois méthodes distinctes.

» C'est ainsi que, en mesurant successivement les hauteurs de seize sommets, depuis l'Océan jusqu'à six stations géodésiques, limite de l'horizon est de Tananarive, nous avons obtenu l'altitude de l'observatoire au niveau de la cuvette barométrique. La distance qui sépare ces deux points est de $163\,940^{m}$. L'altitude trouvée 1402^{m} est la moyenne des altitudes données par les six stations géodésiques, les extrêmes étant $1400^{m},4$ et $1403^{m},8$; cette moyenne diffère de 1^{m} seulement de l'altitude 1403^{m} conclue par trois années d'observations du baromètre à mercure de notre observatoire.

» Le profil en long, du chemin actuel de Tananarive à Andevorante, a été calculé sur les données de 970 lectures d'un baromètre anéroïde comparé fréquemment avec l'hypsomètre.

» *Astronomie.* — En 1887, M. le Myre de Vilers, alors résident général de France à Madagascar, avait fait établir une ligne télégraphique qui reliait Tananarive et Tamatave, et qui comprenait deux postes secondaires, Tanimandry, près Andevorante, et Beferona.

» Après avoir déterminé, durant les deux années 1890, 1891, la latitude et la longitude de l'observatoire de Tananarive, dont les résultats ont été communiqués à l'Académie, nous avons établi et vérifié les positions de ces trois autres stations au moyen de 160 observations du soleil. La latitude était obtenue par la méthode des hauteurs circumméridiennes; la

longitude, d'après la différence des heures locales entre la station et l'observatoire, l'heure étant transmise par des signaux télégraphiques sur la sonnerie, faute de chronographe. Mon collaborateur de l'observatoire déterminait son temps moyen avec le cercle méridien; je l'obtenais, de mon côté, par des hauteurs du soleil prises au théodolite. Nous apportions ensuite nos chronomètres aux bureaux des stations télégraphiques et nous échangions réciproquement leurs lectures.

» Mais, les appareils d'Andevorante et de Beforona étaient dépourvus de timbre électrique; j'envoyais donc sur la sonnerie de Tananarive une série de tops rythmés à chaque minute de ma montre.

» C'est probablement à ce manque de réciprocité, à l'usage d'un théodolite dans la recherche de l'heure et à la nécessité de relier les stations géodésiques des deux versants par les sommets souvent indécis de la grande forêt, qu'il faut attribuer la divergence de 2109^m, ou un peu plus de 4^s en temps, entre la distance en longitude de Tananarive à Andevorante, déduite de nos opérations astronomiques et celle que donne notre réseau géodésique.

» Le 6 octobre 1892, après avoir obtenu, par plusieurs signaux télégraphiques, la différence de longitude entre Tananarive et Tamatave, nous avons contrôlé la longitude absolue de ce dernier lieu, en observant l'occultation des deux limbes de Jupiter derrière le bord éclairé de la Lune.

» Partant de cette donnée, que la valeur de la longitude de l'observatoire de Tananarive égale $3^h 0^m 46^s$ est de Paris, voici les résultats obtenus :

I. *Andevorante* (*station d'Ambatojahanary.*)

Longitude est de Paris, par télégraphe, le 25 septembre 1892..........	$3^h 7^m 2^s,3$
Latitude sud, le 27 septembre 1892..................................	$18°56'48''$

» En 1886, M. Favereau, lieutenant de vaisseau, a donné comme positions géographiques d'Andevorante, enclos de la Mission protestante anglaise, $3^h 7^m 0^s$? pour la longitude, $18°58'10''$ pour la latitude. Notre longitude dépasse de $2^s,3$ celle que cet observateur a marquée douteuse. Réduite à la station de la Mission anglaise, située à 900^m environ au sud, notre latitude est plus faible de $52''$ que celle qui a été observée par M. Favereau.

II. *Tamatave* (*jardin de la Mission catholique*).

Longitude est de Paris, par télégraphe, le 6 octobre 1892.............	$3^h 8^m 21^s,6$
» par l'occultation de Jupiter, soir du même jour.	$3^h 8^m 24^s,1$
» par télégraphe, le 12 octobre 1892............	$3^h 8^m 21^s,2$
Latitude sud, le 11 octobre 1892.....................................	$18°9'36''$

» Les résultats de la longitude et de la latitude de Tamatave, publiés par la *Connaissance des Temps* pour l'année 1892, sont les suivants : longitude est de Paris, $3^h 8^m 22^s$; latitude sud, $18^h 9' 40''$ (débarcadère). Nous observions à 324^m, ou $10''$ environ à l'ouest-nord-ouest de ce dernier point. Nos longitudes, par télégraphe, sont moindres de $0^s,4$ et $0^s,8$; la longitude, par notre occultation de Jupiter, est plus forte de $2^s,18$. Réduite au débarcadère, notre latitude différerait de $6''$ de celle que donne la *Connaissance des Temps*.

III. *Beforona* (*mât de pavillon hova*).

Longitude est de Paris, par télégraphe, le 24 octobre 1892	$3^h 4^m 47^s,6$
Latitude sud, le même jour	$19^o 0' 54''$

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** transmet à l'Académie une lettre par laquelle M. *Rougerie*, évêque de Pamiers, exprime le désir de soumettre à une Commission spéciale un « appareil producteur de courants semblables aux courants des mers », et un « appareil producteur de courants semblables aux courants de l'atmosphère ».

(Commissaires : MM. Marey, Cornu.)

M. **Ch. Degagny** adresse une Note « sur un phénomène particulier au *Spirogyra crassa*, qui permet de constater le passage, à travers la membrane nucléaire, des matières qui servent à la division ».

(Commissaires : MM. Duchartre, Van Tieghem)

M. **G. Vincent** adresse une Note relative à un « télégraphe souterrain hydraulique ».

(Commissaires : MM. Cornu, Marcel Deprez.)

MM. **Bouchereau** et **Grasset** soumettent au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Statistique de la ville de Riom ».

(Commissaires : MM. Larrey, Brouardel.)

CORRESPONDANCE.

M. E. Barnard, M. Gr. Groum-Grschimailo adressent leurs remercîments à l'Académie, pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales abéliennes qui s'expriment par des logarithmes.* Note de M. E. Goursat, présentée par M. Appell.

« Soient $F(x, y) = 0$ l'équation d'une courbe algébrique de genre p, et $R(x, y)$ une fonction rationnelle de x et de y. Abel a démontré que, si l'intégrale $I = \int R(x, y)\,dx$ s'exprime par une somme d'un nombre fini de logarithmes de fonctions algébriques, elle est nécessairement de la forme

$$\int R(x, y)\,dx = A \log u + B \log v + \ldots + L \log t,$$

A, B, ..., L étant des constantes et $u, v, \ldots, t$ des fonctions rationnelles de x et de y. La fonction rationnelle $R(x, y)$ étant donnée, le problème de reconnaître *a priori* si l'intégrale $\int R(x, y)\,dx$ peut s'exprimer de cette façon est très difficile, mais on peut décomposer ce problème en plusieurs autres. On voit d'abord aisément que cette intégrale ne peut admettre, comme singularités, que des points critiques logarithmiques. Supposons, pour simplifier les notations, que ces points critiques $a_1, a_2, \ldots, a_n$ sont à distance finie et distincts des points de ramification; dans le domaine du point a_i, l'intégrale doit être de la forme

$$\int R(x, y)\,dx = A_i \log(x - a_i) + \alpha_0 + \alpha_1(x - a_i) + \alpha_2(x - a_i)^2 + \ldots.$$

Ces conditions étant supposées remplies, les coefficients $A_1, A_2, \ldots, A_n$ vérifient la relation

$$A_1 + A_2 + \ldots + A_n = 0; \tag{1}$$

il peut arriver que ces coefficients vérifient un certain nombre d'autres relations linéaires et homogènes à coefficients entiers, telles que

$$m_1 A_1 + m_2 A_2 + \ldots + m_n A_n = 0. \tag{2}$$

» Soit q le nombre des relations distinctes de cette espèce, y compris

l'équation (1). Alors les coefficients $A_1, \ldots, A_n$ peuvent s'exprimer au moyen de $s = n - q$ quantités $\varpi_1, \varpi_2, \ldots, \varpi_s$ de la façon suivante

$$(3)\qquad \left\{\begin{array}{l} A_1 = m_{11}\varpi_1 + \ldots + m_{s1}\varpi_s,\\ A_2 = m_{12}\varpi_1 + \ldots + m_{s2}\varpi_s,\\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\ A_n = m_{1n}\varpi_1 + \ldots + m_{sn}\varpi_s; \end{array}\right.$$

tous les nombres m_{ik} sont entiers, et il n'existe entre $\varpi_1, \varpi_2, \ldots, \varpi_s$ aucune relation linéaire et homogène à coefficients entiers. Cela posé, *si l'intégrale* $\int R(x, y)\,dx$ *s'exprime au moyen d'un nombre fini de logarithmes, elle peut s'exprimer au moyen de s logarithmes seulement*

$$\int R(x, y)\,dx = B_1 \log\psi_1 + \ldots + B_s \log\psi_s,$$

et ne peut pas s'exprimer au moyen de moins de s logarithmes. On remarquera que ce nombre minimum s ne dépend que des coefficients A_1, $A_2, \ldots, A_n$.

» Pour achever le problème, il faudrait déterminer les fonctions rationnelles $\psi_1, \psi_2, \ldots, \psi_s$. On est ainsi amené à résoudre la question suivante : *Étant donnés sur la surface de Riemann q points analytiques* $(a_1, b_1), \ldots, (a_q, b_q)$, *et q nombres entiers* $n_1, n_2, \ldots, n_q$, *dont la somme est nulle, existe-t-il une fonction rationnelle* $\psi(x, y)$ *et un nombre entier* M, *tels que* $\log\psi(x,y)$ *soit régulier en tous les points de la surface de Riemann, sauf aux points* $(a_1, b_1), \ldots, (a_q, b_q)$ *et soit infini comme* $\mathrm{M}n_i \log(z - a_i)$ *dans le domaine du point* (a_i, b_i)?

» Si l'on connaissait le nombre entier M, ou du moins une limite pour ce nombre entier, la question ne présenterait que des difficultés algébriques; on aurait à faire un ou plusieurs essais pour reconnaître s'il existe une fonction rationnelle $\psi(x, y)$ admettant des pôles et des zéros donnés, avec des ordres de multiplicité déterminés. Mais il ne semble pas possible, au moins dans le cas général, de trouver une limite pour ce nombre, ni par suite de résoudre le problème par des opérations dont la fin soit assurée. C'est la conclusion à laquelle s'est arrêté Halphen pour les intégrales pseudo-elliptiques (*Fonctions elliptiques*, t. II, p. 648).

Pour donner un exemple des considérations qui précèdent, reprenons un problème traité par Abel : *Trouver toutes les intégrales* $\int \frac{\rho\,dx}{\sqrt{R}}$, *où* R *et* ρ *sont deux polynomes, qui s'expriment par une somme d'un nombre fini de logarithmes de fonctions algébriques.*

» Les premières conditions trouvées plus haut montrent d'abord que R, supposé premier avec sa dérivée, est de degré pair $2p+2$, puis que ρ doit être de degré p. S'il en est ainsi, l'intégrale $\int \frac{\rho\,dx}{\sqrt{R}}$ a deux points critiques logarithmiques à l'infini. Ici le nombre s est égal à un; donc, *si l'intégrale s'exprime par des logarithmes, elle s'exprime au moyen d'un seul logarithme.* Des considérations élémentaires, que j'omets pour abréger, montrent que ce logarithme pourra s'écrire

$$\int \frac{\rho\,dx}{\sqrt{R}} = H \log\left(\frac{\alpha + \beta\sqrt{R}}{\alpha - \beta\sqrt{R}}\right),$$

α et β étant deux polynomes et α étant premier avec βR. La fonction rationnelle $\frac{\alpha+\beta\sqrt{R}}{\alpha-\beta\sqrt{R}}$ ne peut avoir ni pôles, ni zéros à distance finie; elle doit admettre un seul pôle et un seul zéro rejetés à l'infini dans les deux feuillets de la surface de Riemann correspondant à la relation $y^2 = R(x)$. Il suit de là que le polynome $\alpha^2 - \beta^2 R = (\alpha + \beta\sqrt{R})(\alpha - \beta\sqrt{R})$ doit se réduire à une constante; en effet, une racine $z = a$ de l'équation $\alpha^2 - \beta^2 R = 0$ ne peut annuler à la fois les deux facteurs $\alpha + \beta\sqrt{R}$ et $\alpha - \beta\sqrt{R}$, car elle annulerait aussi α et βR. Le point $z = a$ serait donc un pôle ou un zéro pour la fonction $\frac{\alpha+\beta\sqrt{R}}{\alpha-\beta\sqrt{R}}$. On doit donc avoir $\alpha^2 - \beta^2 R = \text{const.}$; c'est le résultat obtenu par Abel. »

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur la composition des lois d'erreurs de situation d'un point.* Note de M. **Maurice d'Ocagne.**

« Soient respectivement, pour $i = 1, 2, \ldots, n$,

$$p_i = \frac{g_i}{\pi} e^{-(\alpha_i x^2 + 2\beta_i xy + \gamma_i y^2)}\,dx\,dy \qquad (\text{où } g_i^2 = \alpha_i\gamma_i - \beta_i^2 = \delta_i)$$

les lois de probabilité des erreurs de situation d'un point sous l'influence de n causes *prises isolément*.

» Quelle est la loi de probabilité des erreurs lorsque ces n causes agissent simultanément, bien qu'indépendamment les unes des autres?

» Cette question, depuis longtemps résolue dans le cas des erreurs

linéaires, ne semble pas, dans le cas du plan, avoir été déjà traitée sous cette forme particulière.

» M. Schols, qui a publié d'importants travaux dans cet ordre de recherches ([1]), a, en effet, envisagé le cas de lois tout à fait arbitraires. De ses résultats très généraux, on pourrait évidemment déduire la solution du cas que j'ai ici en vue, mais, grâce à la formule de calcul intégral que je donne plus loin, je suis parvenu, pour ce cas, à une solution directe aboutissant à des formules d'une remarquable simplicité. C'est, d'ailleurs, en vue de certaine application pratique intéressant le nivellement général de la France que j'ai été amené à les établir.

» La formule à laquelle je viens de faire allusion, et dont je donnerai la démonstration dans le petit Mémoire où je compte développer la solution résumée ici, est la suivante :

» Si l'on pose

$$I = \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} e^{-(a_1 u_1^2 + 2 b u_1 u_2 + a_2 u_2^2 + 2 c_1 u_1 + 2 c_2 u_2 + d)}\, du_1\, du_2 \quad (\text{pour } u_1 + u_2 = t),$$

on a

$$(1)\quad I = \sqrt{\frac{\pi}{a_1 - 2b + a_2}}\, e^{-\frac{(a_1 a_2 - b^2) t^2 + 2[a_1 c_2 + a_2 c_1 - b(c_1 + c_2)] t + d(a_1 - 2b + a_2) - (c_1 - c_2)^2}{a_1 - 2b + a_2}}\, dt.$$

» Or, le problème qu'il s'agit de résoudre, réduit d'abord au cas de deux causes d'erreurs, revient, comme on le voit très aisément, au calcul de l'intégrale

$$p = \frac{g_1 g_2}{\pi^2}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} e^{-(\alpha_1 x_1^2 + 2\beta_1 x_1 y_1 + \gamma_1 y_1^2 + \alpha_2 x_2^2 + 2\beta_2 x_2 y_2 + \gamma_2 y_2^2)}\, dx_1\, dx_2\, dy_1\, dy_2$$

lorsqu'on suppose à la fois $x_1 + x_2 = x$ et $y_1 + y_2 = y$.

» Effectuant l'intégration d'abord par rapport à x_1 et x_2, puis par rapport à y_1 et y_2, en me servant chaque fois de la formule (1), j'arrive, après plusieurs transformations, au résultat suivant :

» On a

$$p = \frac{g}{\pi} e^{-(\alpha x^2 + 2\beta x y + \gamma y^2)}\, dx\, dy,$$

les coefficients étant donnés, si l'on pose

$$D = (\alpha_1 + \alpha_2)(\gamma_1 + \gamma_2) - (\beta_1 + \beta_2)^2,$$

([1]) *Annales de l'École Polytechnique de Delft*, t. II, p. 123; t. III, p. 140 et 195.

par

$$(I)\quad \begin{cases} \alpha = \dfrac{\delta_2\alpha_1 + \delta_1\alpha_2}{D}, \\ \beta = \dfrac{\delta_2\beta_1 + \delta_1\beta_2}{D}, \\ \gamma = \dfrac{\delta_2\gamma_1 + \delta_1\gamma_2}{D}, \\ g^2 = \dfrac{\delta_1\delta_2}{D}. \end{cases}$$

» Au moyen de ces formules, on vérifie bien aisément que l'on a, comme cela devait être,

$$g^2 = \alpha\gamma - \beta^2 = \delta.$$

» Les formules (I) résolvent le problème que nous avions en vue, dans le cas où l'on ne compose que deux lois d'erreurs.

» Pour les étendre au cas de n causes d'erreurs, il suffit de les modifier légèrement en tirant D de la dernière d'entre elles et portant cette valeur dans les précédentes. On met ainsi ces formules sous la forme

$$(II)\quad \frac{\alpha}{\delta} = \frac{\alpha_1}{\delta_1} + \frac{\alpha_2}{\delta_2}, \qquad \frac{\beta}{\delta} = \frac{\beta_1}{\delta_1} + \frac{\beta_2}{\delta_2}, \qquad \frac{\gamma}{\delta} = \frac{\gamma_1}{\delta_1} + \frac{\gamma_2}{\delta_2}.$$

» On voit dès lors que, de proche en proche, le résultat peut s'étendre à un nombre quelconque d'erreurs et que l'on a les formules absolument générales

$$(III)\quad \frac{\alpha}{\delta} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\alpha_i}{\delta_i}, \qquad \frac{\beta}{\delta} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\beta_i}{\delta_i}, \qquad \frac{\gamma}{\delta} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\gamma_i}{\delta_i},$$

où δ désigne toujours la quantité $\alpha\gamma - \beta^2$. Il est facile de tirer de là les valeurs de α, β et γ. Si l'on pose

$$\sum_{i=1}^{i=n} \frac{\alpha_i}{\delta_i} = A, \qquad \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\beta_i}{\delta_i} = B, \qquad \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\gamma_i}{\delta_i} = C$$

et

$$\Delta = AC - B^2,$$

on trouve

$$(IV)\quad \alpha = \frac{A}{\Delta}, \qquad \beta = \frac{B}{\Delta}, \qquad \gamma = \frac{C}{\Delta}.$$

» Telles sont les formules dont on aura à faire usage dans la pratique.

» Je ferai remarquer, en terminant, que la formule (I) permet d'obtenir de même, dans le cas des erreurs linéaires, d'une manière à la fois très simple et très rigoureuse, le théorème classique qui fait connaître le carré de l'erreur probable résultante comme somme des carrés des erreurs probables partielles. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la distribution des déformations dans les métaux soumis à des efforts*. Note de M. L. Hartmann, présentée par M. Resal.

« Il résulte d'expériences exécutées à la Section technique de l'Artillerie que la déformation des corps soumis à des efforts supérieurs à leur limite élastique ne se fait pas en se propageant progressivement d'un point au suivant. La déformation se subdivise en zones régulièrement distribuées, dont les traces sur les surfaces libres sont des lignes, droites ou courbes, également espacées. Ces zones sont séparées les unes des autres par des régions non déformées.

» *Traction*. — Quand un barreau *rectangulaire* d'un métal susceptible d'allongement est soumis à un effort de traction, on voit apparaître sur toutes ses faces, aussitôt la limite élastique atteinte, deux systèmes de *lignes droites parallèles*, symétriques l'un de l'autre par rapport à la direction de l'effort et inclinés sur elle d'un angle variable d'un métal à l'autre, mais toujours supérieur à 45°. Ces lignes sont, dans chaque système, à égale distance les unes des autres.

» A mesure que l'effort croît, les lignes déjà formées augmentent de largeur, en donnant lieu chacune à une striction élémentaire; il se développe, en même temps, dans d'autres régions, de nouvelles lignes parallèles aux premières. Quand on arrive à l'effort maximum, la striction du barreau se forme dans la région qui contient le plus de lignes de déformation des deux systèmes, et elle est constituée par la juxtaposition de ces lignes, entre lesquelles subsistent le plus souvent des régions non déformées. L'angle commun des deux systèmes de lignes avec la direction de l'effort est indépendant de la largeur, de l'épaisseur et de la longueur du barreau.

» La cassure se produit tantôt suivant une des zones de déformation, tantôt perpendiculairement aux arêtes du barreau.

» Les *cylindres* soumis à un effort de traction présentent à la surface deux réseaux hélicoïdaux, enroulés l'un à droite, l'autre à gauche, et faisant

tous deux le même angle avec les génératrices. Cet angle est indépendant du rayon et de la longueur du cylindre.

» *Compression.* — Les déformations produites par la compression sont réparties, comme pour la traction, dans des zones isolées les unes des autres, et les traces de ces zones de déformation sur les surfaces libres du barreau forment deux systèmes de lignes symétriques, inclinés du même angle sur la direction de la compression, l'un à gauche et l'autre à droite.

» *Cylindres creux.* — Lorsqu'un cylindre creux de révolution est soumis à une pression intérieure uniformément répartie, il se produit, sur les faces planes qui le terminent, deux systèmes symétriques de spirales logarithmiques, régulièrement espacées, ayant leur pôle commun sur l'axe du cylindre. Chaque spirale a son origine sur la circonférence intérieure, et se développe successivement à mesure que l'effort augmente. L'angle constant des spirales avec les rayons polaires est égal à celui qu'on obtient, avec le même métal, dans la traction et dans la compression. La surface cylindrique extérieure se déforme en même temps suivant des hélices conjuguées, équidistantes entre elles, inclinées sur les génératrices d'un angle égal à celui que font les spirales avec leur rayon polaire.

» On obtient des résultats analogues, quand le cylindre est soumis à une pression égale sur tous les points de sa surface extérieure.

» *Flexion.* — Dans un barreau rectangulaire, appuyé à ses deux extrémités et soumis à la flexion en son milieu, les déformations des faces latérales ont lieu, pour les points libres des régions en extension et en compression, suivant des systèmes conjugués de lignes légèrement courbes, partant des arêtes, et inclinées d'un même angle sur celles-ci.

» Les surfaces suivant lesquelles s'exerce l'effort donnent naissance à des lignes de plus grande courbure tournant leur concavité vers les arêtes.

» Les faces supérieure et inférieure présentent des lignes hélicoïdales, faisant avec les arêtes le même angle que les lignes correspondantes des faces latérales.

» *Emboutissage.* — Un disque circulaire, appuyé sur tout son pourtour et soumis à l'action d'un poinçon en son centre, donne lieu : 1° à deux systèmes symétriques de spirales logarithmiques, ayant le centre pour pôle; 2° à un système de lignes droites disposées suivant les rayons du disque.

» *Attaque à l'acide des métaux soumis à des efforts.* — L'attaque à l'acide d'un métal, pendant l'action de l'effort auquel il est soumis, est très vive sur les lignes de déformation, tandis que les régions comprises entre ces

lignes demeurent à peu près passives. On obtient ainsi en creux les réseaux déterminés par l'effort.

» On doit conclure de ce résultat que l'attaque à l'acide agit d'autant plus sur chaque point, que la force élastique développée en ce point est plus considérable. L'attaque à l'acide permet ainsi d'étudier la distribution des forces élastiques, pour des valeurs de l'effort inférieures à la limite d'élasticité.

» On a appliqué également ce procédé à la recherche de la répartition des forces élastiques dans l'acier trempé, et l'on a obtenu, en creux, des réseaux analogues à ceux que donnent les pièces soumises à des efforts mécaniques. »

PHYSIQUE. — *Sur l'absorption de l'énergie par un fil élastique.* Note de M. **Lucien de la Rive**, présentée par M. Poincaré.

« Quand on fait osciller un pendule dont la masse est reliée à un point fixe par un fil élastique, on observe une diminution graduelle d'amplitude qui est très supérieure à celle relative au pendule libre, due seulement à la résistance de l'air. Cet amortissement augmente pour un même fil lorsque la longueur employée diminue, tend à diminuer quand la tension moyenne augmente et croît avec la section du fil dont on se sert. La durée de l'oscillation est moindre que la durée normale d'une fraction qui augmente lorsque la longueur du fil diminue.

» Je me suis servi pour ces recherches du pendule décrit dans une précédente Communication ([1]), ainsi que des fils de caoutchouc n° 1 et n° 2 ayant des sections de $0^{mm},87$ et $3^{mm},37$ carrés. Tandis que l'amplitude de l'oscillation libre décroît de 18^{cm} à 16^{cm} en 10 minutes, cette même diminution, avec le n° 1 de $3^m,63$ de long, s'effectue en $2^m 30^s$ et en $1^m 10^s$ si la longueur est réduite à 1^m.

» L'équation (1) ([2]), dans laquelle on fait $u_1 = 0$, avec l'introduction d'un terme proportionnel à la vitesse ayant pour facteur $2(\gamma + \gamma')$ relatif à la résistance de l'air et à l'amortissement dû au fil, s'applique à ces conditions et se met sous la forme

$$(5) \qquad \frac{d^2u}{dt^2} + \frac{g}{l}[1 + a\varepsilon][u + db\varepsilon] + 2[\gamma + \gamma']\frac{du}{dt} = 0, \qquad \varepsilon = \frac{KS_0 l}{mgL}.$$

([1]) *Comptes rendus*, 19 février 1894.

([2]) Voir la précédente Communication.

» Il résulte de (5) que l'oscillation a pour décrément $\gamma+\gamma'$ et que sa durée est $T_1\left[1-\frac{a\varepsilon}{2}\right]$ plus petit que T_1 et qui diminue, en effet, avec L, longueur du fil. J'ai constaté que la diminution d'amplitude est bien donnée par une exponentielle négative et j'ai trouvé que le décrément γ' satisfait aux trois lois suivantes :

» 1° Pour un même fil le décrément est en raison inverse de la longueur de fil employée, la tension moyenne restant constante.

» 2° Pour deux fils de sections différentes il est proportionnel à la section, la tension moyenne restant constante.

» 3° Le décrément diminue lorsque la tension moyenne augmente.

» Les Tableaux suivants sont la confirmation numérique des lois énoncées.

Fil n° 1.

Longueur	1 m	1,82 m	3,63 m
Décrément. obs.	20	11,8	8,6
Décrément. calc.	20	10,9	6,9

Fil n° 2.

Longueur	0,9 m	1,8 m	2,7 m	3,6 m
Décrément. obs.	74	39	27	21
Décrément. calc.	74	37	23	17

Tension	2,1	4,6	6,6
Décrément pour 1m de long. n° 2	76	58	44
Décrément pour 1m de long. n° 1	20	16	12
Rapport des décréments	3,8	3,6	3,6
Rapport des sections	3,8		

» Dans ces trois Tableaux, γ' est obtenu en retranchant du décrément observé la valeur trouvée pour γ relative à l'oscillation libre. En unités C.G.S. γ est égal à 0,00017 et γ', pour n° 1 longueur 3m,63, à 0,00058. On voit d'après les deux premiers Tableaux que le décrément diminue un peu moins vite que l'inverse de la longueur.

» *La marche asymptotique de deux pendules reliés par un fil élastique vers un état oscillatoire unique, avec tension constante du fil, est une conséquence de l'amortissement dû au fil.*

» J'assimile l'état du fil reliant les deux pendules à celui du fil liant le pendule au point fixe, en substituant la vitesse relative des deux extrémités à la vitesse de l'extrémité libre. Il faut au lieu des (1) et (2) écrire

$$(6)\quad m\frac{d^2u_2}{dt^2}+\frac{gm}{l}u_2+\frac{KS_0}{L}[au_2+bd]+2\gamma\frac{du_2}{dt}+2\gamma'\frac{d(u_2-u_1)}{dt}=0,$$

$$(7)\quad m\frac{d^2u_1}{dt^2}+\frac{gm}{l}u_1+\frac{KS_0}{4}[au_1+bd]+2\gamma\frac{du_1}{dt}-2\gamma'\frac{d(u_2-u_1)}{dt}=0.$$

On trouve par addition et soustraction après intégration, et en tenant compte des conditions initiales, en désignant u_2+u_1 par u, et u_2-u_1

par v,

$$(8)\qquad u = e^{-\gamma t} A_0 \cos\frac{\pi t}{T_1}, \qquad v + 2e_0 = e^{-(\gamma+2\gamma')t} A_0 \cos\pi\left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2}\right)t.$$

Le centre de gravité a le même décrément que l'oscillation libre et la différence v a un décrément $\gamma + 2\gamma'$ qui tend à la faire disparaître. On a

$$(9)\qquad u_1 = \frac{u - v}{2}, \qquad u_2 = \frac{u + v}{2}.$$

» Il résulte des (9) et (8) que la périodicité de u_2 et u_1 est la même que dans le cas des équations sans décrément, et que la durée de la période des amplitudes est T_2. Pour $u_2 + e_0$, les maxima et minima successifs ont pour valeurs respectives

$$\frac{A_0}{2}\left[e^{-\gamma t} + e^{-(\gamma+2\gamma')t}\right] \quad \text{et} \quad \frac{A_0}{2}\left[e^{-\gamma t} - e^{-(\gamma+2\gamma')t}\right],$$

expressions d'où l'on déduit des valeurs numériques de γ et γ' qui diffèrent peu de celles trouvées directement.

» *L'énergie absorbée par le fil élastique par lequel s'effectue une transmission d'énergie est analogue à la chaleur de Joule dans un circuit voltaïque.*

» Considérons le pendule lié au point fixe au commencement et à la fin d'une double oscillation. La chute d'énergie est celle de l'énergie potentielle du système, et est égale approximativement à la chute de l'énergie potentielle de gravité à cause de la grandeur relative de ce terme par rapport à l'énergie potentielle d'élasticité du fil. Sa valeur est donc

$$\frac{mg}{2l} A_0^2 \left[e^{-(2\gamma+2\gamma')nT_1} - e^{-(2\gamma+2\gamma')(n+2)T_1}\right] = \frac{mg}{l} A_0^2 e^{-(2\gamma+2\gamma')nT_1}\left[2\gamma + 2\gamma'\right]T_1.$$

» Ne considérons que la partie de l'expression qui a pour facteur γ' et qui représente un travail équivalent à l'énergie absorbée T. Soit T' le travail analogue correspondant à une longueur du fil L', et à une même énergie potentielle. On a

$$\frac{T}{T'} = \frac{L'}{L},$$

puisque le décrément γ' est en raison inverse de L.

» De même dans les circuits dont la force électromotrice est la même et dont les résistances sont R et R', les valeurs respectives du travail équivalent à la chaleur de Joule sont

$$\frac{T}{T'} = \frac{I^2 R}{I^2 R'} = \frac{R'}{R}. \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *Production d'un son, dans un microphone, sous l'action d'une radiation thermique intermittente.* Note de M. **Eugène Semmola**. (Extrait.)

« En faisant tomber la radiation solaire intermittente, concentrée par une lentille, sur la lame métallique dorée (épaisseur $0^{mm},2$) d'un microphone d'Hunnings, on obtient, au téléphone mis en circuit, un son faible mais parfaitement distinct. Si l'on arrête la radiation, le son disparaît tout à fait. La hauteur du son s'élève ou s'abaisse, selon que les intermittences de la radiation deviennent plus rapides ou plus lentes. Les radiations efficaces sont les radiations thermiques; en effet, quand on recouvre de noir de fumée la lame métallique qui reçoit la radiation, le son devient plus fort; au contraire, il disparaît complètement si l'on fait passer la radiation, avant l'arrivée sur le microphone, par des substances athermanes. Il est nécessaire que la petite image du soleil, qui se forme au foyer de la lentille et qui frappe le microphone, soit assez chaude pour pouvoir carboniser au moins le papier.

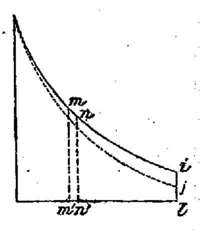
» Le son ainsi obtenu avec le microphone Hunnings est, à ce qu'il me semble, la preuve la plus simple et la plus directe qu'une lame métallique d'une certaine épaisseur, frappée par une radiation thermique intermittente, subit des dilatations et contractions rapides et régulières, déterminant une vibration thermique. »

CHIMIE. — *Étude expérimentale sur la dépense d'énergie qui peut correspondre à l'action chimique de la lumière.* Note de M. **Georges Lemoine**.

« En étudiant numériquement la décomposition mutuelle de l'acide oxalique et du chlorure ferrique au soleil, j'ai, dans une première approximation, négligé, comme très faible, la dépense d'énergie qui peut correspondre à l'action chimique de la lumière (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 992). Je vais ici l'évaluer d'après l'expérience.

» *Absorption physique et absorption chimique.* — Considérons dans une cuve rectangulaire un mélange de 1^{vol} de chlorure ferrique et 1^{vol} d'acide oxalique normaux. En passant de l'épaisseur l à l'épaisseur $(l + dl)$, la lumière subit une absorption *physique* i qui a été déterminée par des expé-

riences indépendantes de la décomposition actuelle : ainsi avec un mélange de 1^{vol} de chlorure ferrique et 1^{vol} d'acide oxalique, elle est la même qu'avec 1^{vol} de chlorure ferrique et 1^{vol} d'eau, puisque l'acide oxalique est transparent, comme je l'ai vérifié.



» Si, pendant la décomposition chimique au soleil, il y a un travail moléculaire spécial consommé, il se traduira par une absorption supplémentaire que j'appellerai absorption *chimique*. Il faudra alors, pour avoir l'absorption totale j, prendre non plus la courbe i, mais une courbe j située un peu au-dessous. Ces courbes s'écartent de plus en plus à mesure que l'épaisseur augmente.

» Les quantités de matière décomposées étant, dans chaque tranche, proportionnelles à l'intensité de la lumière, seront représentées par les surfaces de la courbe j; ce seront les décompositions mesurées par l'expérience de réaction chimique, tandis que les décompositions calculées par la mesure de l'absorption physique seront représentées par les surfaces de la courbe i. L'écart entre ces courbes doit être relié au travail moléculaire consommé correspondant.

Méthode pour calculer l'absorption chimique. — Dans l'intervalle dl, la lumière a l'intensité j à l'entrée, $(j - dj)$ à la sortie. La différence vient : 1° de l'absorption physique correspondant à la perte di de l'intensité lumineuse; 2° de l'intensité lumineuse usée spécialement pour la décomposition chimique dans l'intervalle dl : cette décomposition étant d'autant plus grande que la lumière est plus intense, on peut l'exprimer par $\varepsilon j dl$, en appelant ε une constante. La perte totale de lumière dans l'intervalle dl est donc :

$$dj = di + \varepsilon j dl. \qquad (1)$$

» A cette relation, il faut joindre celle qui exprime l'absorption physique déterminée par l'expérience, pour laquelle j'adopte une formule à

quatre termes (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 939) :

(2) $$i = na^l + n'a'^l + n''a''^l + \nu\alpha^l.$$

» Le problème est donc algébriquement déterminé.

» *Résolution numérique par approximations successives.* — Le rapport $\frac{dj - di}{dj}$ est celui de l'absorption chimique à l'absorption totale dans l'intervalle dl : il est toujours très faible puisqu'en le négligeant on est à très peu près d'accord avec l'expérience.

» A l'origine, pour $l = 0$, on a $j = i = 1$ et l'équation (1) se réduit à

$$\left(\frac{dj - di}{dl}\right)_0 = \varepsilon.$$

» Or $\left(\frac{di}{dl}\right)_0$ calculé d'après la formule de transmission (2) est :

$$\left(\frac{di}{dl}\right)_0 = n\mathrm{L}a + n'\mathrm{L}a' + n''\mathrm{L}a'' + \nu\mathrm{L}\alpha = -h.$$

» Admettons provisoirement $dj = 1,001\, di$ pour $l = 0$, il vient :

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \quad -0,001\, h, \\ dj &= di - 0,001\, h\, j\, dl, \\ j &= i \quad -0,001\, h \int_0^l j\, dl. \end{aligned}$$

» Comme première approximation, on remplacera, dans cette dernière formule, $\int_0^l j\,dl$ par $\int_0^l i\,dl$ qui peut se calculer numériquement d'après l'équation (2) : avec cette première valeur de j, on construira la courbe qui exprime la relation de j et l, et, par quadratures, on aura $\int_0^l j\,dl$, d'où une seconde valeur de j, etc. Si la fraction 0,001 adoptée provisoirement est trop grande, on arrive rapidement, dès que l augmente, à avoir pour j des valeurs négatives.

» Ces calculs ont été faits en détail pour la transmission habituelle de la lumière blanche par un ciel pur dans la belle saison :

$$i = 0,01(0,986)^l + 0,07(0,40)^l + 0,13(0,10)^l + 0,79(10^{-10})^l.$$

» On trouve ainsi que la fraction qu'il s'agit de déterminer ne doit pas dépasser quelques dix-millièmes. Ce premier résultat obtenu, on peut calculer les décompositions $\int_0^l j\,dl$ et $\int_0^l i\,dl$ correspondant aux surfaces des deux courbes dans différentes hypothèses sur la valeur de la fraction $\left(\frac{dj - di}{dj}\right)_0$ telles que 0,0001 — 0,0002, 0,0003. L'expérience va choisir entre elles.

» *Comparaison avec l'expérience.* — Pour prendre les conditions où l'écart est pratiquement le plus grand, mesurons les décompositions effectuées au soleil dans un même temps avec des mélanges de liquides normaux sous 4^{mm} et 65^{mm} d'épaisseur. Il y aura un petit écart entre les résultats de l'expérience et ceux du calcul : on le comparera à l'écart obtenu dans les hypothèses précédentes : on aura ainsi par interpolation la valeur de la fraction $\left(\frac{dj - di}{dj}\right)_0$ qui définit la consommation d'énergie.

» Dans l'une de ces comparaisons, le rapport des décompositions sous 4^{mm} et 65^{mm} était 0,15 au lieu de 0,18; cet écart, s'il n'est pas dû à des erreurs d'expérience, correspond à peu près pour cette fraction à 0,0002.

» Je n'insiste pas sur les conditions très délicates de ces déterminations : absorption mesurée parallèlement à la décomposition, ciel d'une extrême pureté, intensité lumineuse bien constante.

» *Conclusion.* — L'expérience nous apprend donc que, pour le mélange exothermique et très coloré de chlorure ferrique et d'acide oxalique normaux, le rapport entre l'absorption qui peut correspondre au travail moléculaire de mise en train et l'absorption totale *ne dépasse pas quelques dix-millièmes*.

» Ce rapport si faible montre bien que, conformément aux indications de M. Berthelot, la lumière a principalement et peut-être exclusivement le rôle d'*excitateur* dans la réaction étudiée. »

CHIMIE. — *Sur les poids atomiques de précision, déterminés par l'argent comme matière étalon-secondaire.* Note de M. G. Hinrichs. (Extrait.)

« L'insolubilité remarquable des composés de l'argent avec les éléments chloroïdes devait attirer l'attention des chimistes sur ce métal, pour la détermination des poids atomiques; aussi Berzélius, Marignac, Maumené, Dumas, et surtout Stas, l'ont employé dans leurs recherches. Quoique les procédés par voie humide ne se prêtent point à des déterminations de précision (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 753), les résultats des synthèses effectuées resteront parmi les données précieuses de l'art expérimental.

» Pour comparer rigoureusement les résultats des maîtres, il faut éviter l'introduction de toute donnée erronée ou indirecte. Il faudra donc adopter, provisoirement, pour la matière-étalon secondaire, une valeur pré-

cise, soit Ag = 108 exactement. Par des recherches spéciales et extrêmement soignées, il faudra déterminer ensuite la relation précise des étalons diamant et argent.

» Le calcul des analyses de Dumas et de Stas montre qu'il y a des erreurs d'un millième dans les déterminations diverses du même chimiste, et que la valeur moyenne de Stas excède celle de Dumas du cinquième de 1 pour 100 dans la valeur du poids atomique du soufre, déduite de la synthèse du sulfure d'argent.

» Depuis un quart de siècle, on a simplement adopté les valeurs de Stas, considérant les expériences de Dumas comme d'une précision inférieure. Mais les valeurs de Stas, montant de 32,074 à 32,093, ne sont évidemment qu'approximatives elles-mêmes. Les déterminations de Stas et de Dumas présentent donc un conflit irréductible en apparence.

» Mais, si l'on compare les valeurs des poids atomiques trouvées au poids absolu d'argent employé, on voit immédiatement que l'écart η du poids atomique trouvé est une fonction assez simple du poids ϖ d'argent employé. La formule de la parabole

$$\eta = 0{,}001\,\varpi - 0{,}000003\,\varpi^2$$

représente assez bien cette fonction. Le Tableau suivant donne les résultats moyens des expériences. Les valeurs de J.-P. Cooke ont été obtenues par la réduction du sulfure par le gaz hydrogène ([1]).

	Nombre des déterminations.	Argent employé, en grammes.	Poids atomique trouvé.
Cooke	2	1,0	32,004
Dumas	2	10,0	31,998
Moyenne	4	5,5	32,001
Dumas	3	30,7	32,028
Stas	7	164,8	32,084

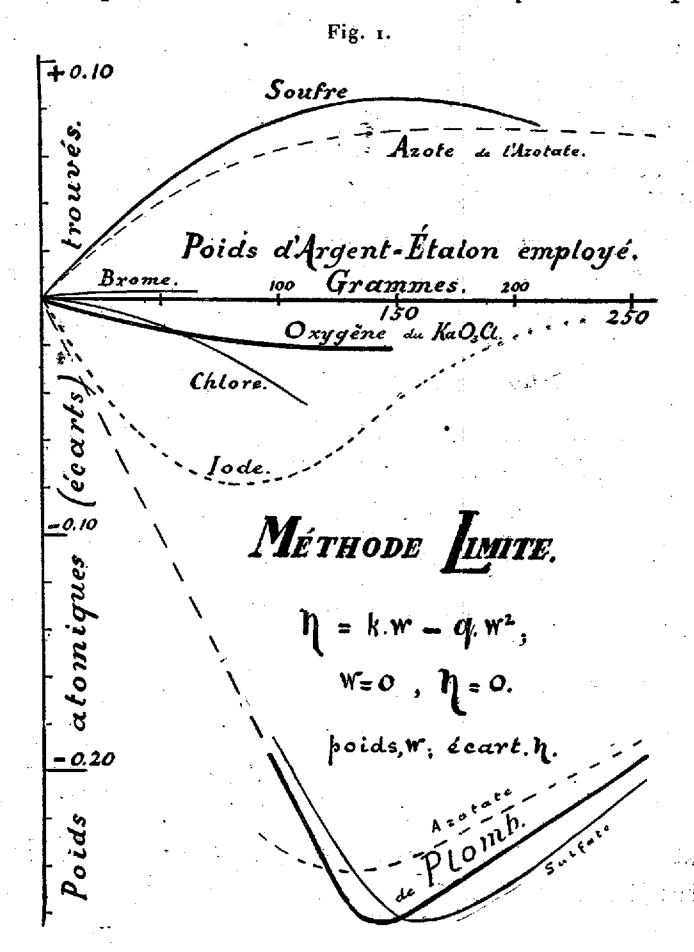
» Il en est de même des résultats obtenus pour le chlore, le brome et tous les autres éléments déterminés par Dumas et par Stas.... On trouve toujours la même relation paradoxale entre le poids employé et le poids atomique qui devrait avoir une valeur constante.

([1]) Pour plus de détails, consulter ma Note insérée aux *Comptes rendus*, t. CXVI p. 1159.

» ... Il a suffi, pour obtenir ces écarts, d'augmenter graduellement le poids employé, de 1^{gr} à 200^{gr} : il n'y avait ni erreur de principe, ni erreur d'observation; le paradoxe constaté est dû à des conditions secondaires ignorées, dont le coefficient effectif est au-dessous du dix-millionième de l'unité.

» La succession de ces écarts pour le chlore, le brome, et les autres éléments, en fonction du poids d'argent employée, est représenté dans la figure ci-jointe, laquelle montre aussi les écarts du poids atomique du plomb

Fig. 1.

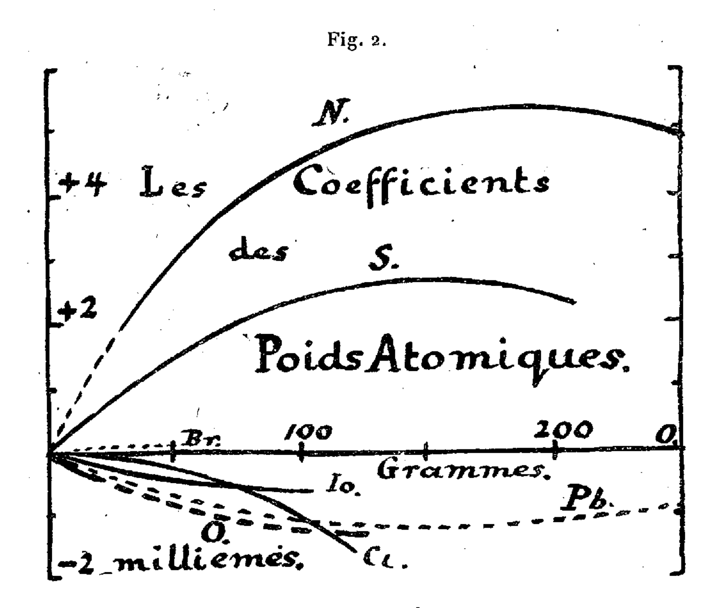


en fonction du poids employé du sulfate et de l'azotate, et ceux du poids atomique de l'oxygène en fonction du poids de chlorate de potasse employé. Ces écarts sont très grands pour le plomb, parce que le poids atomique du plomb est très élevé. Pour obtenir une juste appréciation des erreurs ré-

siduelles des poids atomiques, il faudra donc diviser ces écarts par le poids atomique, ce qui donnera les écarts par unité, ou les coefficients (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 697).

» La *fig*. 2 montre que les coefficients du plomb ne sont pas plus grands que ceux de l'oxygène. Ceux du soufre sont très considérables et ceux de

Fig. 2.



l'azote sont excessifs ; il faudra évidemment renverser la méthode employée jusqu'à présent, et prendre l'azotate pur, pour en retirer l'argent par électrolyse.

» Les courbes paraboliques des écarts et des coefficients, déterminés par les résultats réunis de Dumas et de Stas, montrent que, pour la limite $w = 0$, les écarts et les coefficients deviennent nuls. D'après ma méthode limite, les valeurs des poids atomiques des éléments chloroïdes sont donc $Cl = 35,5$, $Br = 80$, $Io = 127$, et de même $S = 32$ exactement, celui de l'argent-étalon étant posé $Ag = 108$. Avec ces valeurs, on déterminera les poids atomiques secondaires, comme je l'ai montré dans la Note précédente.

» Reste encore à faire la comparaison de l'étalon secondaire, l'argent avec la matière étalon, le diamant. »

CHIMIE. — *Sur les alliages de fer et de nickel.* Note de M. **F. Osmond**, présentée par M. Troost.

« M. R.-A. Hadfield a bien voulu me fournir des échantillons d'une série d'alliages de fer et de nickel qu'il avait préparée. Comme cette série est très complète et que le nickel y est pratiquement la seule variable, il m'a paru intéressant de la soumettre à différents essais, bien que M. Hopkinson ([1]) et M. H. Le Chatelier ([2]) aient déjà fait connaître les propriétés les plus remarquables de quelques alliages analogues,

» Voici la liste des échantillons étudiés et leur composition chimique d'après les analyses de M. Hadfield.

Marque.	Carbone.	Silicium.	Manganèse.	Nickel.
A	0,19	0,31	0,79	0,27
C	0,13	0,23	0,72	0,94
E	0,19	0,20	0,65	3,82
G	0,17	0,28	0,68	7,65
J	0,23	0,24	0,93	15,48
K	0,19	0,27	0,93	19,64
L	0,16	0,30	1,00	24,51
M	0,14	0,38	0,86	29,07
N	0,16	0,31	1,08	49,65

» *Essais par la méthode du refroidissement. — Points de transformation.* — On sait qu'il se produit, pendant le refroidissement des fers carburés, trois dégagements de chaleur que j'ai appelés, pour conserver une notation de Tchernoff, les points a_1, a_2, a_3. Le point a_1 correspond à une combinaison du fer avec le carbone ; les points a_2 et a_3 appartiennent au fer lui-même. Dans un acier à 0,16 pour 100 de carbone, a_3 se présente vers 820°, a_2 entre 750°-700°, a_1 vers 660°.

» Les échantillons A (0,27 de Ni) et C (0,94 de Ni) montrent les trois mêmes points abaissés aux températures respectives de

(A)	775° à 765°	715° à 695°	645° à 635°
(C)	755° à 745°	695° à 685°	625° à 615°

([1]) Communication du 16 janvier 1890 à la Société royale de Londres.

([2]) *Comptes rendus*, t. CX, p. 283 (10 février 1890) et t. CXI, p. 454 (22 septembre 1890).

» Dans l'échantillon E (3,82 de Ni), a_3 et a_2 se réunissent en un point double $a_{3.2}$ entre 645°-635°; a_1 s'abaisse à 565-550°.

» Dans l'échantillon G (7,65 de Ni), le point double $a_{3.2}$ s'abaisse encore à 515°-505°; le point a_1 disparaît, soit qu'il se réunisse au précédent, soit plutôt que le carbone, comme l'a trouvé M. Werth, prenne dans les alliages à forte teneur en nickel une forme particulière qui se rapproche du graphite.

» La teneur en nickel croissant, la position du dégagement unique de chaleur sur l'échelle des températures continue toujours à descendre. Elle tombe à 130°-120° dans l'échantillon J (15,48 de Ni), à 85°-65° dans K (19,64 de Ni) et la transformation n'est pas complètement terminée dans L à la température ordinaire (24,51 de Ni).

» M (29,07 de Ni) ne présente plus aucun dégagement notable de chaleur.

» N (49,65 de Ni) en présente un qui, par sa position (380° à 340°) et sa très faible intensité, paraît correspondre au point de transformation connu du nickel ([1]).

» La vitesse du refroidissement et sa température initiale, dont l'influence est grande pour les aciers durs et pour les alliages du fer avec le chrome et le tungstène, ne jouent ici qu'un rôle secondaire, du même ordre que dans les fers de même teneur en carbone.

» *Propriétés magnétiques.* — L'apparition du magnétisme pendant le refroidissement coïncide avec le point a_2.

» Les alliages A à L (24,51 de Ni) sont fortement magnétiques, avec décroissance du magnétisme à partir de G(7,65 de Ni), autant qu'on en peut juger par des essais qualitatifs. M(29,07 de Ni) est presque non magnétique et le devient notablement plus à —70°, mais seulement d'une façon temporaire; le magnétisme réapparaît dans N(49,65 de Ni), probablement à la faveur du nickel en excès.

» J(15,48 de Ni), K(19,64) et L(24,51) sont très franchement magnétipolaires.

» L'échantillon L est celui qui se rapproche le plus des alliages étudiés par M. Hopkinson et par M. H. Le Chatelier. On peut l'avoir absolument non magnétique si on ne le laisse pas refroidir au-dessous de 50°; il redevient magnétique entre 50° et 0° environ et ne perd ce nouvel état que par un nouveau chauffage au rouge.

» *Propriétés mécaniques.* — Les points de transformation coïncident également avec une modification profonde des propriétés mécaniques, modification qui a d'ailleurs été signalée par les deux savants déjà cités. Il suffit de laisser refroidir les barrettes entre les mâchoires garnies d'amiante d'un étau et de tâter le métal à la lime pour constater, dans les échantillons J, K et L, que la transformation allotropique est accompagnée d'une grande

([1]) Les échantillons A à G inclusivement ont été abandonnés au refroidissement dans un tube de porcelaine imparfaitement fermé aux deux bouts par des tampons d'amiante; les autres ont été refroidis à l'air libre, le refroidissement en tube étant trop lent dans la région intéressante.

augmentation de dureté. Il est à remarquer que la dureté correspond à la polarité magnétique, comme dans les aciers trempés. Les alliages qui ont subi leurs transformations régulières au-dessus de 500° (rouge naissant) et ceux qui n'en ont pas subi du tout sont également doux à la lime, bien que les uns soient magnétiques et les autres non. Dureté et polarité paraissent correspondre à des transformations incomplètes ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du brome sur le paraxylène.* Note de M. **J. Allain-Le Canu**, présentée par M. Troost.

« En étudiant l'aldéhyde téréphtalique, M. Löw a obtenu, dans la liqueur mère du bromure de xylol ou tolylène, un tribromure qui, d'après lui, fondrait à 106°. C'est l'étude de ce corps que nous avons reprise.

» Nous avons suivi la méthode de M. Grimaux, en partant du paraxylène cristallisé et en nous aidant de l'action solaire.

» En reprenant par l'éther froid le produit de la réaction, on obtient un corps blanc cristallisé, fondant un peu au-dessous de 106°. Ce corps n'est pas pur; l'analyse ([2]) le montre.

» Les cristaux ont été redissous dans l'éther et évaporés, grâce à un artifice spécial, avec une lenteur extrême. Dans ces conditions, il se dépose deux sortes de cristaux très nets : des aiguilles dures fondant à 143°, qui ne sont autres que du bromure de tolylène $C^8H^8Br^2$ et de jolies lamelles nacrées faciles à trier à la pince.

» Ces lamelles sont orthorhombiques, aplaties suivant la base p et limitées par les faces m, h^1. L'angle des faces m est très voisin de 120°. Des stries s'observent sur la base suivant l'arête ph^1.

» En lumière convergente, on voit deux axes optiques, moyennement écartés et s'ouvrant dans le plan g_1.

» Les cristaux sont presque toujours maclés suivant m, avec empilement de lamelles et tendance à la symétrie hexagonale.

---

(1) Laboratoire de M. Troost, à la Faculté des Sciences de Paris.

(2) Moyenne de plusieurs analyses :

	Pour 100.
Br	66,72
C	30,07
H	2,42

» Ces lamelles fondent à 116° en commençant à se décomposer. Elles présentent exactement la composition $C^8H^7Br^3$.

	Moyenne de plusieurs analyses pour 100.	Théorie pour 100.
Br..............	70,15	69,96
C..............	28,13	27,99
H..............	2,25	2,05

» De plus, elles ont été saponifiées de la manière indiquée par M. A. Colson pour le dérivé pentachloré de l'orthoxylène. Aussi perdent-elles tout leur brome, ainsi que nous nous en sommes assuré au moyen d'une solution rigoureusement titrée de carbonate de soude, et donnent-elles de la paroxyméthylbenzaldéhyde. Le produit de la saponification est un liquide d'aspect huileux, très soluble dans l'éther, qui l'enlève à l'eau. Il est à peine coloré, d'odeur douce et agréable, et ne distille qu'au-dessus de 200°. Il s'oxyde lentement à l'air en donnant un produit cristallisé, fondant facilement.

» L'acétate acide de phénylhydrazine donne avec cet aldéhyde un précipité volumineux, qui, lavé à l'acide acétique et à l'eau bouillante, se présente sous forme d'une poudre jaune clair, rougissant rapidement même à l'abri de la lumière. C'est une hydrazone (2) $C^{14}H^{14}Az^2O$.

» Nous avons donc obtenu successivement :

» 1° Le tribromure de tolylène $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CH^2Br\\CHBr\end{matrix}\right.$ en lamelles orthorhombiques fondant à 116°.

» 2° L'aldéhyde-alcool $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CH^2OH\\CHO\end{matrix}\right.$, liquide huileux, faiblement aromatique, très soluble dans l'éther.

» 3° Une hydrazone $CH^2OH - C^6H^4 - CH = Az - AzHC^6H^5$, solide, d'un jaune clair, très altérable et peu soluble dans l'eau même bouillante. »

---

(1)

	Trouvé pour 100.	Calculé pour 100.
Az.................	12,91	12,39
C.................	74,23	74,34
H.................	6,60	6,19

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la cinchonifine.* Note de MM. E. JUNGFLEISCH et E. LÉGER, présentée par M. Henri Moissan.

« La cinchonifine est un isomère de la cinchonine, dont nous avons observé d'abord la formation en maintenant la cinchonine à 120°, en présence de l'acide sulfurique mélangé de son poids d'eau (*Comptes rendus*, t. CV, p. 1257, et t. CVI, p. 70). Depuis que nous l'avons fait connaître, elle a été confondue avec la cinchonine par divers observateurs (*Comptes rendus*, t. CXIII, p. 653, et t. CXVIII, p. 30). Afin d'éviter ces confusions, bien compréhensibles d'ailleurs alors qu'il s'agit de la différenciation d'isomères singulièrement nombreux et parfois analogues par certaines de leurs propriétés, nous avons cru devoir faire une étude détaillée de la base en question. Nous résumons brièvement nos résultats dans la présente Note.

» I. Étant donnés les nombreux alcalis résultant de la réaction citée plus haut, la cinchonifine se trouve avec ceux de ces alcalis que l'éther ne dissout pas et, parmi ces derniers, avec ceux qui sont insolubles dans l'alcool à 50 centièmes (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 691, B).

» Le plus avantageux des procédés que nous avons employés pour l'isoler consiste à faire cristalliser à plusieurs reprises, dans de grandes quantités d'alcool fort et bouillant, le mélange des bases insolubles à la fois dans l'éther et dans l'alcool faible; la cinchonifine se dépose par refroidissement, tandis que l'apocinchonine mélangée de cinchonibine (*Comptes rendus*, t. CXVII, p. 44) s'accumule dans les liqueurs; en procédant méthodiquement, on arrive à dédoubler la cinchonibine et à éliminer l'apocinchonine. La cinchonifine ainsi purifiée grossièrement est changée en sulfate basique, et ce sel, purifié lui-même par des cristallisations dans l'eau chaude, fournit ensuite la base que l'on fait cristalliser dans l'alcool bouillant. En multipliant suffisamment les cristallisations dans l'alcool bouillant, on arrive également à purifier complètement la cinchonifine sans passer par le sulfate, mais la faible solubilité du composé rend ce traitement long et pénible.

» II. La cinchonifine cristallise de l'alcool bouillant en petites aiguilles anhydres, brillantes et incolores. Insoluble dans l'eau, l'éther et l'alcool faible, elle est très peu soluble à froid dans l'alcool et le chloroforme, soluble dans le chloroforme alcoolisé. Elle fond à 273°,6 (corr.), c'est-à-dire à une température supérieure de plus de 18° au point de fusion de la cinchonine. Chauffée fortement, elle se volatilise en s'altérant. Elle est dextrogyre. En solution dans l'alcool à $0^{gr},97$, elle donne $\alpha_D = +201°,4$ (concentration $0^{gr},75$ pour 100^{vol}, $t = 17°$); le pouvoir rotatoire aug-

mente avec la concentration. En solution à 1 pour 100 dans l'eau chargée d'acide chlorhydrique, elle donne $\alpha_D = + 228°,9$ avec $2HCl$ ($t = 13°$) et $\alpha_D = + 226°,3$ avec $4HCl$ ($t = 13°$); en solution à 1,5 pour 100, elle donne $\alpha_D = + 225°,13$ avec $2HCl$. Le pouvoir rotatoire de la base salifiée est donc plus grand en liqueur concentrée qu'en liqueur étendue.

» III. La cinchonifine bleuit la teinture de tournesol, mais ne rougit pas la phtaléine du phénol; c'est une base biacide dont les deux classes de sels sont, en général, très solubles dans l'eau et bien cristallisées. Les raisons indiquées plus haut nous ont fait les examiner en assez grand nombre; ils seront décrits dans notre Mémoire détaillé; nous ne parlerons ici que des plus caractéristiques.

» Le *chlorhydrate basique* est très soluble; il forme de longues aiguilles soyeuses à 2 molécules d'eau, fusibles vers 208°. Le *chlorozincate*, peu soluble à froid et assez soluble à chaud, constitue des prismes anhydres, orthorhombiques (M. Wyrouboff). Le *chloroaurate* et le *chloroplatinate* sont des précipités jaunes, à peine cristallins. Le *bromhydrate basique*, très soluble, surtout à chaud, donne des aiguilles groupées en mamelons, contenant 1 molécule d'eau, fusibles vers 221°. L'*iodhydrate basique* cristallise en longs prismes aplatis, incolores, à 1 molécule d'eau. L'*azotate basique* forme de très beaux cristaux à 1 molécule d'eau, très réfringents, orthorhombiques (M. Wyrouboff). Le *sulfocyanate basique* est en longs prismes aplatis, dépourvus d'eau de cristallisation. Le *sulfate basique* se dépose par refroidissement en aiguilles prismatiques à 2 molécules d'eau, efflorescentes; sec, il fond vers 188°. L'*oxalate basique*, beaucoup plus soluble à chaud qu'à froid, donne en cristallisant des aiguilles très longues et très fines, à 1 molécule d'eau. Le *succinate basique*, très soluble dans l'eau, cristallise en aiguilles prismatiques à 1 molécule d'eau; les succinates alcalins le précipitent de sa dissolution. Le *tartrate basique* est très soluble; il donne des prismes allongés, aplatis et fasciculés, à 1,5 molécule d'eau; il fond vers 209° en s'altérant. Le *tartrate neutre* est moins soluble que le sel basique; il cristallise en aiguilles prismatiques à 4 molécules d'eau. Etc.

» IV. Les dérivés alkylés de la cinchonifine cristallisent nettement.

» Le *chlorométhylate* constitue de grandes et belles aiguilles incolores, groupées en sphères, contenant 2 molécules d'eau. On l'obtient, comme la plupart des chlorométhylates de cette série, en mettant en contact, dans un flacon maintenu bouché, la base cristallisée avec une solution concentrée de chlorure de méthyle dans l'alcool méthylique; en agitant de temps en temps, la base se dissout lentement. On distille le liquide, on reprend par l'eau pour séparer la cinchonifine non combinée et on extrait le chlorométhylate de la liqueur par concentration et cristallisation; on purifie le sel par des cristallisations répétées et des traitements au noir animal. Les eaux mères retiennent une matière jaune, très fluorescente, douée d'un pouvoir colorant intense.

» Le *monoiodométhylate* se dépose de ses solutions aqueuses chaudes et concentrées en prismes incolores, gros, courts, anhydres, fusibles vers 251° en se décomposant; déposé à plus basse température de solutions moins concentrées, il est en paillettes minces à 2 molécules d'eau. On l'obtient en maintenant à l'ébullition pendant une demi-heure des poids égaux de base et d'éther méthyliodhydrique dissous dans l'alcool méthylique absolu. Il est accompagné d'un peu de *diiodométhylate*. On obtient plus aisément ce dernier en chauffant le monoiodométhylate avec un excès d'éther méthyliodhydrique en présence de l'alcool méthylique absolu. Dans les deux cas, il se produit simultanément une substance d'un rouge intense. Le diiodométhylate cristallise en paillettes d'un jaune citron, très solubles dans l'eau ou l'alcool méthylique, contenant $1^{mol},5$ d'eau de cristallisation, fusibles vers 223° en s'altérant. Le diiodométhylate prend une couleur jaune orangé foncé quand on le chauffe vers 110°; sa teinte redevient claire par refroidissement.

» Les dérivés éthylés correspondants se préparent de même. Le *monoiodéthylate* cristallise en longues et fines aiguilles incolores, très fragiles, anhydres; peu soluble dans l'eau froide, insoluble dans l'éther, il fond vers 251° en s'altérant. Le *diiodéthylate* constitue des paillettes anhydres d'un jaune citron; il est plus soluble que le monoiodéthylate; il fond vers 248° en s'altérant.

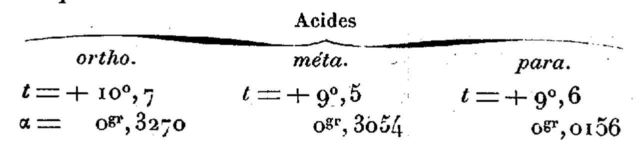
» Le *monobrométhylate* et le *dibrométhylate* résultent, avec des produits secondaires colorés en rouge sang, de l'action de l'éther bromhydrique sur la cinchonifine. Le premier cristallise avec 3 molécules d'eau en prismes volumineux, peu solubles, fusibles vers 225° en se décomposant. Le second est très soluble dans l'eau et dans l'alcool fort, peu soluble dans l'alcool absolu, insoluble dans l'éther; il forme des croûtes cristallines, incolores, dures, anhydres, fusibles vers 218°.

» V. Après avoir contesté l'existence de la cinchonifine (*Annalen der Chemie*, t. CCLX, p. 223; 1890), M. Hesse a décrit récemment (*ibid.*, t. CCLXXVI, p. 103; 1893), sous le nom d'*homocinchonine*, une base qui nous paraît présenter avec la cinchonifine de grandes analogies; il obtient d'ailleurs cet alcali dans des conditions très peu différentes de celles que nous avons adoptées. Il sera nécessaire de comparer les deux produits. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'isomérie des acides nitrobenzoïques.* Note de M. **Oechsner de Coninck.**

« J'ai continué l'étude des isomères nitrobenzoïques, en déterminant leurs solubilités dans différents milieux acides et neutres.

» 1° *Acide acétique étendu.*



	Acides		
	ortho.	*méta.*	*para.*
	$t = +10°,7$	$t = +9°,5$	$t = +9°,6$
$\alpha =$	$0^{gr},3270$	$0^{gr},3054$	$0^{gr},0156$

» 2° *Acide chlorhydrique étendu.*

	Acides		
	ortho.	*méta.*	*para.*
	$t = +8^\circ,5$	$t = +10^\circ,2$	$t = +9^\circ,5$
$\alpha =$	$0^{gr},0504$	$0^{gr},0300$	$0^{gr},0047$
	$0^{gr},0500$	$0^{gr},0298$	$0^{gr},0044$

» 3° *Acétone pure.*

	Acides		
	ortho.	*méta.*	*para.*
	$t = +9^\circ,7$	$t = +9^\circ,2$	$t = +10^\circ,0$
$\alpha =$	$4^{gr},1528$	$4^{gr},1540$	$0^{gr},4550$
	$4^{gr},1486$	$4^{gr},1495$	$0^{gr},4536$

» 4° *Alcool méthylique pur.*

	Acides		
	ortho.	*méta.*	*para.*
	$t = +10^\circ,3$	$t = +10^\circ,5$	$t = +9^\circ,6$
$\alpha =$	$4^{gr},278$	$4^{gr},740$	$0^{gr},1645$
	$4^{gr},267$	$4^{gr},728$	$0^{gr},1626$

» 5° *Alcool éthylique pur à 92°.*

	Acides		
	ortho.	*méta.*	*para.*
	$t = +10^\circ,8$	$t = +11^\circ,7$	$t = +9^\circ,9$
$\alpha =$	$2^{gr},840$	$3^{gr},320$	$0^{gr},0906$
	$2^{gr},794$	$3^{gr},307$	$0^{gr},0900$

» Ces cinq séries d'expériences sont parfaitement concordantes, et il en résulte que, dans les dissolvants neutres et acides employés, l'isomère ortho se rapproche de l'isomère méta. On remarquera aussi la solubilité extrêmement faible de l'isomère para dans les alcools méthylique et éthylique.

» En résumé, dans le groupe des acides nitrobenzoïques, l'isomère ortho se rapproche tantôt de l'isomère méta, tantôt de l'isomère para (voir ma précédente Note.)

» Dans le groupe des acides amido-benzoïques (*Comptes rendus*, séance du 6 mars 1893), on observe les mêmes relations; mais, de plus, pour un certain nombre de dissolvants, *l'isomère méta se rapproche nettement de l'isomère para*.

» En raison du mode de dérivation des acides amido-benzoïques, à partir des acides nitro-benzoïques, le résultat que j'annonce aujourd'hui pouvait, jusqu'à un certain point du moins, être prévu.

» Je me propose donc de rechercher, en étudiant d'autres groupes d'isomères, si l'on est autorisé à dire d'une manière tout à fait générale que *les isomères aromatiques se ressemblent indifféremment deux à deux.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la dibromogallanilide et son éther triacétylé.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« En versant sur de la gallanilide finement pulvérisée ($24^{gr},5$) du brome ($32^{gr},5$) dissous dans le chloroforme, on voit ce dernier disparaître peu à peu avec élévation de température. On laisse le chloroforme s'évaporer spontanément. La masse est lavée à plusieurs reprises à l'eau bouillante pour détruire une combinaison bromhydrique décomposable par l'eau, puis est mise à cristalliser dans l'alcool méthylique aqueux et bouillant. On obtient ainsi de petites aiguilles d'une grande blancheur, qui correspondent à l'analyse au dérivé dibromé.

» La dibromogallanilide est peu soluble dans l'eau, même bouillante. Cette dernière laisse toutefois déposer des cristaux par refroidissement, renfermant 3 molécules d'eau de cristallisation qu'ils perdent à 100°. La dibromogallanilide est soluble dans l'alcool et dans l'éther. Elle ne fond pas sans décomposition; elle bleuit le perchlorure de fer.

» Sous l'influence de l'acide chlorhydrique concentré à 150° pendant une heure en tube scellé, elle se dédouble en aniline et en un produit noirâtre, résultat de l'altération de l'acide dibromogallique formé dans le dédoublement. Le liquide additionné de soude et distillé donne de l'aniline pure entraînée par la vapeur d'eau.

» La constitution de la dibromogallanilide est donc la suivante, en partant de l'acide gallique :

$$CO.AzH.C^6H^5$$
$$Br \quad\quad Br$$
$$HO \quad\quad OH \quad\quad , 3H^2O.$$
$$OH$$

» La bromuration a lieu dans le noyau gallique et non dans le noyau anilide. Le fait est d'autant plus digne d'être noté que la bromuration de la benzanilide aussi bien que sa nitrification ont lieu dans le noyau anilide. Les benzanilides nitrées donnent, par réduction, des benzanilides amidées qu'on peut bromer. La bromuration a lieu dans le noyau déjà substitué.

On connaît ainsi la benzanilide paraamidée orthobromée

$$C^6H^5.CO.AzH.C^6H^3BrAzH^2.$$

» La règle qui préside à ces substitutions dans les corps à deux noyaux mériterait d'être approfondie. Les faits semblent en faveur de cette idée que le noyau déjà le plus substitué subit préférablement la substitution.

» La dibromogallanilide forme une combinaison moléculaire instable soit avec l'acide bromhydrique, soit avec l'acide chlorhydrique.

» Le chlorure d'acétyle à l'ébullition n'attaque pas la dibromogallanilide. L'anhydride acétique l'attaque assez rapidement. Après dix minutes d'ébullition, on précipite par l'eau. Le corps lavé et séché est purifié par cristallisation dans l'alcool fort additionné d'un peu d'acide acétique. On obtient de petits cristaux blancs insolubles dans le benzène et la ligroïne, mais solubles dans le chloroforme qui abandonne par évaporation un vernis amorphe.

» Le corps obtenu est un dérivé triacétylé de la formule

$$C^6Br^2 \left\{ \begin{array}{l} CO.AzH.C^6H^5 \\ (OC^2H^3O)^3, \end{array} \right.$$

qui ne fond pas sans décomposition et n'a plus d'action sur le perchlorure de fer.

» L'ébullition au sein de l'alcool saponifie partiellement ce dérivé qui donne alors la coloration bleue avec le perchlorure de fer, avec passage sans doute à un corps di- ou monoacétylé, point que nous n'avons pas approfondi.

» Les tentatives faites pour saponifier les deux atomes de brome du noyau n'ont pas abouti. Nous avons fait bouillir, pendant deux heures, au réfrigérant ascendant le corps avec une solution acétique d'acétate de potasse sec additionné même d'anhydride acétique. Le corps est resté inaltéré. Une nouvelle tentative à 180° en tube scellé n'a pas donné de meilleurs résultats. Le liquide a simplement bruni, par suite d'une altération partielle et très limitée de la dibromogallanilide retrouvée avec ses caractères.

» Cette solidité du brome en solution acide contraste avec son instabilité lorsque le corps a subi l'action des alcalis et s'est oxydé au contact de l'air. Il se produit alors des transformations intéressantes que nous étudierons dans une prochaine Note. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Recherches sur l'anatomie et le développement de l'armure génitale mâle des Lépidoptères* [1]. Note de M. **Peytoureau**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« L'armure génitale mâle des Lépidoptères a donné lieu, dans ces dernières années, à des travaux descriptifs importants qui ont fixé la systématique d'un certain nombre de genres. La morphologie de ces pièces solides est cependant encore peu connue et les idées émises sur leur origine paraissent, en général, reposer plutôt sur des vues théoriques que sur leur mode réel de développement.

» Mes recherches ont porté sur un grand nombre d'espèces chez lesquelles j'ai constamment trouvé huit tergites abdominaux visibles à l'intérieur et sept sternites seulement, le premier faisant généralement défaut dans cet ordre d'insectes. Tous ces zoonites sont recouverts d'écailles et de poils; le huitième urosternite peut même être armé (c'est le cas du *Bombyx mori*) de diverticules internes en forme de crochets.

» Le neuvième urite n'est visible qu'à la dissection; son tergite et son sternite, le plus souvent intimement soudés, sont parfois unis seulement par une membrane assez lâche.

» Le neuvième urotergite porte à son bord postérieur un prolongement creux, plus ou moins mamelonné et terminé en pointe, l'*uncus*, qui paraît, chez l'adulte, faire partie intégrante du neuvième urite; à la face inférieure de l'uncus s'ouvre l'anus, bordé en dessous, chez le *Bombyx mori*, par un bourrelet chitinisé formant avec l'uncus une mâchoire articulée et, chez d'autres espèces, par une membrane plus ou moins plissée, le *scaphium*.

» Le neuvième urosternite s'élargit à sa partie inférieure médiane en une expansion aplatie, chitinisée et creuse, le *saccus*, qui se dirige en avant à l'intérieur de l'abdomen et donne insertion à des masses musculaires puissantes.

» De chaque côté de ce neuvième urosternite s'articule, au bord postérieur, un appendice latéral creux de forme variable, la *valve*, dont la paroi interne porte des appendices et des crochets; cette paroi se continue en une membrane lâche qui entoure le pénis chitinisé et creux comme une bague, porte des paramères plus ou moins nets et va se confondre avec le scaphium.

» J'ai pu suivre le développement des pièces pendant la vie nymphale

---

[1] Ce travail a été fait à la Faculté des Sciences de Bordeaux, dans le laboratoire de M. Kunstler, professeur-adjoint de Zoologie.

du *Bombyx mori*. A cette période, le tégument tout entier est membraneux; il ne se chitinisera qu'après que l'armure aura pris sa forme définitive, au moment où le papillon sera sur le point de percer le cocon.

» Chez la chrysalide jeune, apparaît, au milieu de l'ébauche du huitième urite, disposée en un bourrelet régulièrement circulaire, une sorte de rosace dans laquelle se distinguent déjà les rudiments des pièces génitales. A la région supérieure, le rectum, portant à son extrémité l'orifice anal, fait une forte saillie. Au-dessus de lui le neuvième urotergite, disposé en mamelon, présente de chaque côté un léger pli transversal qui limite déjà l'ébauche de l'uncus. Le neuvième urosternite forme également un mamelon de chaque côté duquel se développent les valves solidement fixées à lui, comme deux ailes membraneuses courtes et épaisses. Entre le rectum, les ailes et le neuvième urosternite s'étend une membrane aplatie, au centre de laquelle un orifice circulaire livre passage à l'ébauche du pénis.

» Plus tard, les valves augmentent de dimensions, tout en conservant leur forme primitive; ce n'est qu'à une époque ultérieure du développement qu'elles s'allongent en pointe effilée pendant que l'uncus se transforme et qu'apparaît très nettement, comme un bourrelet infra-rectal, l'ébauche du scaphium.

» Au moment où les téguments commencent à se chitiniser, l'uncus et le scaphium ont pris l'aspect qu'ils auront chez le Papillon, aspect qui ne rappelle plus que de loin leur origine segmentaire, bien que le mode de développement de ces organes leur donne réellement la valeur morphologique d'un dixième urite plus ou moins atrophié. C'est à la même période que se forme l'ébauche du saccus; une expansion de la membrane d'union du huitième au neuvième urite prend naissance du bord antérieur du neuvième urosternite et se dirige en avant dans la cavité abdominale; la pièce définitive se trouve constituée par plicature inférieure des bords latéraux de cette expansion, puis coalescence sur la ligne médiane.

» Il résulte des observations précédentes que l'abdomen des Lépidoptères mâles se trouve formé de dix urites, l'uncus, soudé, chez l'adulte, à l'anneau précédent, devant être regardé comme un dixième urotergite, et le scaphium comme un dixième urosternite, d'après leur mode de développement. L'anus débouche au-dessous du dixième urotergite; le dixième urosternite fait souvent défaut et une membrane plissée le remplace. Le neuvième urosternite donne naissance aux valves et, par un phénomène de plissement, au saccus. Le pénis est situé entre le neuvième et le dixième urosternite et passe à travers leur membrane d'union qui présente souvent des paramères nettement développés. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur le système nerveux du* Dreissensia polymorpha. Note de M. **Toureng.**

« Entre autres particularités du système nerveux des Lamellibranches, présentées par le *Dreissensia polymorpha,* se trouve la suivante.

» De chaque côté de la masse viscérale et en avant, disposé entre le connectif cérébro-viscéral et le nerf branchial, existe un ganglion supplémentaire, réniforme, très nettement délimité, qu'un pédicule bien distinct partant de son bord postérieur convexe relie avec elle. De ce ganglion, que recouvre du côté de la cavité palléale un épithélium pigmentaire, partent :

» *a.* De son bord interne et antérieur, un fin connectif qui, après un trajet plus ou moins long, se soude avec le connectif cérébro-viscéral;

» *b.* De son bord concave antérieur, une série de nerfs très fins, s'incurvant du côté de la branchie correspondante, qu'ils rejoignent vers sa portion antérieure;

» *c.* De son bord externe, un tronc nerveux qui s'accole dès son origine au nerf branchial et se confond avec ce dernier après un trajet généralement court. De ce tronc se détachent de fines ramifications, qui se distribuent à la portion moyenne de la branchie;

» *d.* Enfin, vers son bord interne, le ganglion émet un prolongement, de calibre inégal, qui passe sur le connectif cérébro-viscéral, se soudant au passage avec lui, et se dirige ensuite vers la région moyenne du corps où il rencontre son symétrique. Du point de confluence, accusé par un épatement gangliforme, émanent deux ou plusieurs filets à trajet flexueux, qui, par certains points, contractent adhérence avec les connectifs cérébro-viscéraux, par d'autres avec deux nerfs directs émis antérieurement par la masse viscérale, en même temps qu'ils se relient entre eux par des anastomoses. De là résulte un réseau à larges mailles, qui se distribue dans les organes de la vie végétative; deux branches s'en détachent, très étendues transversalement, l'une à droite, l'autre à gauche, qui, par leurs ramifications, innervent toute la portion moyenne du manteau. »

BOTANIQUE. — *Sur certains principes actifs chez les Papayacées.* Note de M. **Léon Guignard**, présentée par M. Duchartre.

« Dans plusieurs Notes récentes (¹), j'ai montré qu'un certain nombre de familles, voisines des Crucifères par leurs caractères botaniques, s'en rapprochent également par la nature et la localisation des principes particuliers qu'elles renferment et qui fournissent des essences analogues à celles des Crucifères. Le même fait se rencontre également chez les Papayacées, qui n'ont pourtant aucune affinité botanique avec les familles précédentes.

» Parmi les espèces que j'ai étudiées : *Carica Papaya* L., *C. condinamarcensis* Hook. fils, *Vasconcellea quercifolia* Saint-Hil., la première surtout permet de constater facilement, quand on s'adresse à la racine, la présence d'un ferment soluble, possédant les propriétés de la myrosine, et celle d'un glucoside analogue au myronate de potassium. Quelques grammes de racine suffisent, en effet, à donner par distillation un liquide contenant une essence sulfo-azotée, comparable à celle des Crucifères et des familles qui leur ressemblent par leurs propriétés. Comme chez ces plantes, l'essence ne préexiste pas dans les tissus intacts; sa formation résulte de l'action exercée par le ferment sur le glucoside quand on broie les tissus frais; déjà, sur une simple section de la racine du Papayer, il se dégage une odeur caractéristique.

» Les deux principes se retrouvent dans les autres organes végétatifs du *Carica Papaya;* mais la tige en renferme beaucoup moins que la racine; elle est surtout pauvre en glucoside. Sans contenir une aussi forte proportion de glucoside que la racine, la feuille est au contraire plus riche qu'elle en ferment : ainsi, avec $0^{gr},10$ de limbe foliaire, on détermine en quelques minutes, à 50°, le dédoublement du myronate de potassium en solution aqueuse.

» Dans les deux autres espèces mentionnées, la quantité d'essence qu'on peut retirer des divers organes végétatifs est relativement beaucoup moins

---

(¹) *Sur la localisation des principes actifs chez les Capparidées* (*Comptes rendus*, 14 octobre 1893); *id., chez les Tropéolées* (*Comptes rendus*, 30 octobre 1893); *id., chez les Limnanthées* (*Comptes rendus*, 27 novembre 1893); *id., chez les Résédacées* (*Comptes rendus*, 11 décembre 1893).

élevée. Même avec la racine, dont quelques grammes suffisent, dans le cas du Papayer commun, à donner une eau distillée où les réactions de l'essence sont manifestes, il est nécessaire, pour obtenir des traces d'essence, d'opérer sur environ 30^{gr} de substance avec le *C. condinamarcensis*, et 500^{gr} avec le *Vasconcellea* (¹). Cette infériorité relative est due surtout à une diminution dans la proportion du glucoside; car, sans être aussi riche en ferment que celle du *C. Papaya*, la racine, dans ces deux espèces, en renferme pourtant une quantité très appréciable. La même remarque, en ce qui concerne le glucoside, est applicable à la feuille de ces mêmes espèces; mais le ferment s'y trouve en aussi forte proportion que dans celle du Papayer commun.

» La papaïne, sorte de trypsine végétale depuis longtemps connue dans le latex de ces plantes, et la carpaïne, alcaloïde extrait récemment de la feuille des Papayers, n'ont rien de commun avec les principes dont il s'agit.

» Tout d'abord, on peut remarquer que les organes les plus pauvres en ferment actif sur le myronate de potassium, tels que la tige, surtout chez le *Vasconcellea*, sont très abondamment pourvus de latex; en outre, j'ai constaté que ni le latex frais ou sec, ni la papaïne, ne décomposent le myronate. Le ferment qui intervient dans la production de l'essence n'existe donc pas dans les laticifères; il est situé dans certaines cellules parenchymateuses des organes.

» La preuve en est également fournie par la graine du *C. Papaya*, laquelle est en même temps intéressante par la curieuse analogie qu'elle présente, au point de vue de la localisation de la myrosine, avec certaines graines de Crucifères.

» Parmi ces dernières, la Lunaire, par exemple, offre l'un des cas où la plus grande partie de la myrosine de la graine se trouve localisée dans la couche externe, non scléreuse, du tégument séminal. Or, il en est de

(¹) Ces plantes s'étaient développées en serre à Paris. Les trois espèces étaient cultivées côte à côte dans les mêmes conditions. La racine du *Carica Papaya* s'est trouvée envahie par l'Anguillule de la Betterave, tandis que les deux autres espèces restèrent indemnes, comme d'ailleurs les plantes situées dans leur voisinage. Or, on sait que ce Nématode affectionne particulièrement les racines des Crucifères et que, pour en débarrasser les terres à betterave, on y sème des choux ou de la navette, qui jouent le rôle de plantes-pièges. En envahissant la racine du *C. Papaya*, le parasite avait donc, en quelque sorte, choisi l'espèce la plus voisine des Crucifères par la proportion de principe sulfuré qu'elle renferme.

même pour la graine du Papayer où cette couche superficielle, souvent décrite à tort comme une arille, forme une espèce de sac recouvrant la zone sous-jacente, brune et sclérifiée, du tégument. Le tissu mou qui la constitue n'offre pas de laticifères.

» Dans l'embryon, on trouve aussi une petite proportion de ferment accompagné de glucoside; mais ce dernier composé existe toujours dans l'albumen, qui, par contre, est privé de ferment. Sous ce rapport, la graine du Papayer ressemble tout à fait à celle des Capparidées, où, comme je l'ai montré, la myrosine se trouve dans l'embryon et fait défaut dans l'albumen. Cette localisation est évidemment en rapport avec l'action digestive que l'embryon exerce sur l'albumen pendant la germination.

» En résumé, les Papayacées offrent un nouvel exemple d'une étroite analogie de composition et de propriétés avec d'autres familles, dont elles diffèrent entièrement par leurs caractères morphologiques. »

BOTANIQUE. — *La reproduction sexuelle des Mucorinées.* Note de MM. **P.-A. Dangeard** et **Maurice Léger**, présentée par M. Duchartre.

« Dans cette étude, nous choisirons comme type le *Sporodinia grandis* dont nous avons obtenu un grand nombre de zygospores à tous les états de développement : les plus jeunes ont été traitées directement par les réactifs colorants ; d'autres, après écrasement dans le collodion ; enfin, le plus souvent, nous avons été obligés de débiter ces zygospores en sections minces, avant de les soumettre à l'action des réactifs.

» La zygospore jeune a la forme d'un tonnelet; elle montre bientôt à sa surface, en cutinisant sa membrane, le début des ornements caractéristiques mamelonnés. A ce moment, le protoplasma est très dense et homogène; il renferme une grande quantité de noyaux qui se montrent comme de petites vacuoles; après coloration, on y reconnaît la présence d'un nucléole et d'une membrane nucléaire; ils sont rapprochés les uns des autres au nombre de plusieurs centaines.

» La membrane médiane de la zygospore, qui jusque-là sépare les deux gamètes, se résorbe, laissant les deux protoplasmas sexuels communiquer librement; les parois latérales de la zygospore présentent une tache centrale brune et une quantité de petites ponctuations de diverses grandeurs qui lui donnent l'aspect d'un crible; elles favorisent les échanges avec les ampoules latérales qui renferment encore longtemps du protoplasma et des noyaux.

» Le protoplasma de la zygospore organise sa membrane propre qui se moule sur les cavités de l'enveloppe externe cutinisée. Nous avons obtenu, alors que cette membrane commençait à se former, de magnifiques préparations au moyen d'un procédé

particulier de double coloration; le protoplasma possède une structure réticulée, à mailles excessivement fines à la surface, où se dépose la cellulose, à mailles un peu plus larges vers l'intérieur. Sous l'influence de la double coloration, on voit des noyaux de deux sortes : les uns, qui ont deux ou trois fois le diamètre des noyaux ordinaires, ont un nucléole arrondi, dense, coloré en rouge; la membrane nucléaire est à double contour et excessivement nette; l'intervalle compris entre le nucléole et la membrane reste incolore; le protoplasma garde une coloration bleue; les autres noyaux plus petits ont un nucléole réduit.

» A un stade plus avancé, alors que l'huile commence à s'accumuler au centre de la zygospore, le protoplasma qui s'étend entre la vacuole centrale oléifère et la paroi renferme encore de nombreux noyaux; il nous a été impossible d'y retrouver les différences de grosseur signalées plus haut; ils sont encore nucléolés, mais bientôt ce nucléole se réduit à un point central, et les noyaux ne sont plus que de petites vacuoles remplies d'eau qui finalement disparaissent; du moins, il nous a été impossible de les retrouver par les méthodes ordinaires.

» En effet, dans la zygospore mûre, le globule huileux est très gros et le protoplasma est réduit à une couche pariétale dense en certains points, vacuolaire dans le reste; si cette couche ne montre pas de noyaux, elle renferme des formations, difficiles à interpréter, qui se présentent sous les aspects suivants :

» A. La zygospore renferme un très gros corpuscule elliptique, vacuolaire, coloré en rouge; dans le protoplasma coloré en violet existent un certain nombre de vésicules à enveloppe rougeâtre, bien distinctes des vacuoles ordinaires; quelques-unes sont en contact avec le corpuscule central.

» B. Dans la zygospore, on trouve un corpuscule sphérique, dense, coloré en rouge foncé; il est entouré d'une zone membraneuse, mince, incolore. A ce stade, le protoplasma conserve une teinte violacée.

» C. La zygospore montre deux gros corpuscules sphériques, ressemblant, à s'y méprendre, à des noyaux nucléolés, tels qu'on les rencontre dans les plantes supérieures.

» Ayant rencontré un autre aspect dans lequel le protoplasma du corpuscule était entouré d'une membrane épaisse, incolore, striée concentriquement, nous avons étudié des zygospores d'un *Mucor* sp.; nous avons reconnu que ce dernier aspect était dû à une section de prolongements internes de la membrane de la zygospore; leur nombre est de quatre ou cinq; mais cette explication ne peut s'appliquer aux stades A, B, C qui peut-être sont en rapport avec la fécondation.

» On sait quelles difficultés présente l'étude des oospores formées par le concours de gamètes plurinucléés (1). L'attention des observateurs devra se porter maintenant de préférence sur les phénomènes qui précè-

(1) Consulter : P.-A. Dangeard, *La reproduction sexuelle des Champignons* (*Le Botaniste*, 3e série, 6e fascicule, janvier 1894).

dent la germination des œufs, afin de rechercher, ce qui paraît probable, si les noyaux de la plante nouvelle proviennent d'un seul noyau sexuel (♂ + ♀), tous les autres ayant servi à la constitution de la membrane et à la formation des réserves.

» Ajoutons que les jeunes zygospores formées renferment, contrairement à l'opinion admise jusqu'ici [1], des cristaux de mucorine, disséminés dans le protoplasma. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Symbiose de l'*Heterodera radicicola *avec les plantes cultivées au Sahara.* Note de MM. **Paul Vuillemin** et **Émile Legrain**, présentée par M. Duchartre.

« La plupart des plantes maraîchères que nous avons observées à El Oued ont leurs racines envahies par l'*Heterodera radicicola*. L'Anguillule s'attaque à la fois aux Carottes, aux Navets, aux Oignons cultivés de longue date par les indigènes, près des Palmiers, et aux espèces d'origine française introduites au jardin du bureau arabe (Betterave, Aubergine, Céleri, etc.). Aucun *Heterodera* n'avait encore été signalé chez les *Allium*, les *Apium*, ni chez les Solanées. On ne connaissait sur les racines des Crucifères que l'*Heterodera Schachtii*. Les tumeurs provoquées par l'irritation parasitaire répondent aux descriptions données par divers auteurs : les racines de l'*Allium Cepa* offrent des renflements fusiformes indiqués chez diverses Monocotylées; celles des Dicotylées sont couvertes de dilatations variqueuses superposées, plns ou moins arrondies.

» Les Betteraves, les Aubergines, les Céleris, d'abord indemnes, montrent les premières déformations après le repiquage. L'agent pathogène vient du sol infecté par les anciennes cultures du pays.

» Les Navets et les Carottes arabes, généralement chargés de tumeurs, sont de moins bonne qualité que les semis de graines importées, soustraits aux atteintes du parasite. Au contraire, les Betteraves, les Aubergines, les Tomates, les Céleris, se développent d'autant mieux que leurs racines sont couvertes d'excroissances plus nombreuses. En l'absence de renflements, ces plantes donnent des sujets rabougris et n'arrivent pas à maturité.

» Imbus des idées régnantes sur l'action destructive de l'*Heterodera radicicola*, dans les cultures européennes aussi bien que sur les Caféiers du

---

[1] Van Tieghem, *Traité de Botanique*, 2e édition, p. 522.

Brésil, nous avons supposé d'abord une simple coïncidence entre la propagation du parasite et la prospérité de son hôte. L'existence des Anguillules aurait dénoté une humidité suffisante pour amener la résistance de la plante dans un milieu essentiellement aride.

» L'étude histologique des renflements nous a révélé dans les tissus de la plante hospitalière une modification très avantageuse, provoquée par l'irritation parasitaire et permettant de considérer l'association de l'*Heterodera* avec la racine comme une véritable symbiose.

» Au voisinage des Vers, un certain nombre de rudiments de vaisseaux, appartenant au bois primaire aussi bien qu'au bois secondaire, au lieu de s'allonger en tubes et de lignifier leur paroi, se transforment de bonne heure en utricules fortement renflées. Leurs noyaux grandissent et se multiplient. On en trouve jusqu'à cinquante et davantage dans une seule utricule. Le protoplasma, riche en réserves azotées et privé d'amidon, emprisonne dans les mailles d'un vaste réseau une grande quantité d'eau. La paroi, fortement épaisse, essentiellement cellulosique, prend les caractères du collenchyme. A ce titre, elle fonctionne aussi comme réservoir de liquide. Elle est fenêtrée d'un grand nombre de ponctuations, qui permettent aux utricules de puiser l'eau aux vaisseaux et de la céder aux cellules altérées du voisinage.

» Sans entrer dans des détails histologiques qui trouveront leur place dans un Mémoire spécial, nous pouvons, à l'aide des indications précédentes, comprendre les avantages des individus ainsi modifiés. Au jardin d'El Oued, le sol, uniquement constitué par du sable jusqu'à 50^{m} de profondeur, absorbe l'eau prodiguée deux fois par jour. Grâce à la structure provoquée par l'irritation parasitaire, une quantité de liquide suffisante est mise en réserve pour que les plantes ne dépérissent pas dans l'intervalle des arrosages.

» La transformation des vaisseaux en cellules géantes à noyaux multiples est également nette chez les *Beta vulgaris*, *Apium graveolens*, *Solanum Melongena*, *Lycopersicum esculentum*. Elle se manifeste de même chez l'*Allium Cepa*, bien que, d'après C. Müller et Frank, les Vers qui s'attaquent aux Monocotylées se localisent de préférence dans l'écorce et respectent le cylindre central.

» Chez le Navet et la Carotte, des cellules géantes se forment assez souvent par le même procédé; mais elles disparaissent de bonne heure par suite du rapide développement des vaisseaux non transformés et du parenchyme. Tantôt les utricules sont écrasées et leurs parois opposées arrivent au

contact. Tantôt leur contenu se segmente en nombreuses cellules à parois minces, munies d'un seul noyau. Ce tissu de remplissage se gorge d'amidon et perd les caractères qui en faisaient un réservoir d'eau. Les parois épaisses et collenchymateuses persistent. Souvent elles sont disloquées en fragments multiples, entraînés par la multiplication des cellules filles. La matière ligneuse, sans pénétrer encore la membrane cellulosique ancienne, vient s'apposer en bourrelets irréguliers sur leur face interne. Cette régression des cellules géantes explique pourquoi les Navets et les Carottes, tout en résistant à la sécheresse par suite de leur consistance normalement charnue, ne tirent aucun profit de la présence des Anguillules, et n'acquièrent pas cette structure succulente, si remarquable au milieu des sables du désert.

» Les tubercules produits par la symbiose des végétaux inférieurs ne se forment pas à El Oued. Les Légumineuses qu'on y a semées n'ont presque rien donné. Leurs racines étaient dépourvues de nodosités. Cet insuccès est dû uniquement à l'aridité du sol, car, à peu de distance d'El Oued, au bord septentrional du chott Melrir, nous avons observé, sur des *Medicago*, les tubercules classiques avec leur parasite habituel.

» La résistance des Anguillules à la sécheresse, leur faculté de reviviscence en font des auxiliaires de la végétation supérieure dans un milieu dont l'aridité exclut les symbioses cryptogamiques.

» Ainsi l'*Heterodera radicicola*, qui, dans les serres ou dans les champs des contrées humides, ne manifeste sa présence que par une action épuisante et destructive, compense largement, au Sahara, le tribut qu'il impose à la plante, en lui permettant de végéter plus activement et en lui assurant constamment l'humidité, c'est-à-dire le facteur qui acquiert, dans un tel milieu, une importance prépondérante.

» A côté des êtres généralement inoffensifs, qui se démasquent, dans certaines circonstances, comme de redoutables agents pathogènes, cet exemple nous permet de placer une espèce qui, suivant les conditions du milieu dans lequel elle vit, exerce les plus graves conséquences du parasitisme, ou produit les effets les plus salutaires de la symbiose. »

MINÉRALOGIE. — *Sur quelques minéraux de la Nouvelle-Calédonie.* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. A. Des Cloizeaux.

« Dans la région schisteuse de la pointe nord de la Nouvelle-Calédonie, il existe un certain nombre de gisements métallifères, principalement constitués par de la chalcopyrite, mélangée à de petits filonnets de galène,

de blende, de pyrite, etc. On y trouve aussi du cuivre natif, de la cuprite, de la mélaconise, de la malachite, de la chessylite, etc. (mine de Balade, près d'Ouéga, etc.).

» La collection minéralogique du Muséum d'Histoire naturelle s'est récemment enrichie, grâce à la générosité de M. P. Mirabaud, d'une série d'échantillons provenant de la mine Meretrice, située dans la vallée du Diahot : ces échantillons m'ont permis de compléter les observations que je recueille depuis plusieurs années sur la minéralogie de cette région de la Nouvelle-Calédonie. En outre des sulfures énumérés plus haut; j'ai observé les espèces minérales suivantes : *anglésite, cérusite, linarite, chessylite, malachite, buratite, argent natif, cuivre natif, cuprite;* j'ai eu en outre l'occasion d'étudier des échantillons de *pyromorphite* et d'*atacamite* indiqués comme provenant de la vallée du Diahot, sans indications plus précises et qui ont sans doute été fournis par la même mine.

» L'*anglésite* forme de superbes cristaux ayant en moyenne 5^{mm}, mais atteignant parfois plusieurs centimètres; ils sont colorés en jaune d'ocre d'une façon irrégulière par une limonite terreuse sur laquelle ils sont implantés. Leur forme dominante est celle de la barytine d'Auvergne; les faces les plus importantes comme développement sont $m(110)$, $a^2(102)$, souvent associées à $e^1(011)$ et presque toujours à $p(001)$; les faces $g^1(010)$, $g^2(130)$, $g^3(120)$, $h^1(100)$, $b^{\frac{1}{2}}(111)$, $\left(b^1 b^{\frac{1}{3}} g^{\frac{1}{2}}\right)(122)$ sont moins fréquentes et généralement étroites.

» La *cérusite* se présente en cristaux non moins beaux, offrant deux types distincts : l'un, à aspect pyramidal, grâce au développement des faces $b^{\frac{1}{2}}(111)$ et $e^{\frac{1}{2}}(021)$ qui existent parfois seules, se rencontre surtout à la surface de la galène; l'autre est prismatique, constitué par des cristaux allongés suivant l'arête de zone pg^1 $(001)(010)$ et souvent en outre aplatis suivant $g^1(010)$. Ces derniers sont souvent de très grande taille et se trouvent dans les cavités d'une limonite scoriacée ou dans des roches quartzeuses : ils sont associés à des cristaux de chessylite et à de la malachite. Ces cristaux de cérusite, très variés de formes, sont le plus souvent maclés suivant $m(110)$ ou $g^2(130)$ et présentent d'assez nombreuses facettes : $h^1(100)$, $g^2(130)$, $a^2(102)$, etc.

» Un des échantillons de limonite riche en cérusite, que j'ai examiné, est recouvert de délicates dendrites d'*argent natif,* souvent implantées sur les cristaux de cérusite. L'argent natif est ici le dernier minéral formé; il rappelle dans toutes ses particularités celui des anciennes mines du Huelgoat.

» La *pyromorphite* est remarquable par la beauté et la netteté de ses cristaux d'un jaune vif. Ce sont des prismes hexagonaux formés d'assises successives, parallèles à la base, et présentant des nuances différentes de jaune; quelques-unes de ces assises ont un éclat soyeux trahissant une structure intérieure fibreuse : en outre des faces $p(0001)$, $m(10\bar{1}0)$, $h^1(11\bar{2}0)$ (rare), il existe souvent des pyramides fort nettes : $b^{\frac{4}{5}}(50\bar{5}4)$, $b^{\frac{1}{2}}(20\bar{2}1)$ et $b^{\frac{1}{10}}(10.0.\overline{10}.1)$; ces deux dernières sont nouvelles; elles méritent une mention spéciale en raison du petit nombre de formes connues dans la pyromorphite.

» La *chessylite* paraît abondante à la mine Meretrice : elle y tapisse de grandes géodes, mais les cristaux très nets et mesurables sont assez rares : quelques-uns d'entre eux atteignent $1^{cm},5$ et rappellent ceux de Chessy. Ils sont souvent allongés suivant l'arête de zone $ph^1(001)(100)$, et plus ou moins aplatis, grâce au faible développement suivant l'axe vertical des faces de la zone prismatique. Ces cristaux sont riches en formes dont voici les plus fréquentes : $h^1(100)$, $h^5(320)$, $m(110)$, $g^3(120)$, $p(001)$, $a^2(\bar{1}02)$; $a^1(\bar{1}01)$, $o^1(101)$, $o^2(102)$, $e^1(011)$, $d^{\frac{1}{2}}(111)$, etc.

» La chessylite est presque toujours accompagnée de *malachite* en houppes soyeuses. Ce même minéral se trouve seul en aiguilles cannelées transparentes, terminées par les faces $p(001)$, $a^{\frac{3}{4}}(\bar{4}03)$, et rappelant les cristaux de Horhausen.

» Je n'ai rencontré que deux fois la *linarite*, associée à la limonite ou à la chessylite : elle forme de petits cristaux d'un beau bleu, allongés suivant la zone $ph^1(001)(100)$, aplatis suivant $p(001)$ et présentant les formes $h^1(100)$, $m(110)$, $p(001)$, $a^1(\bar{1}01)$; ce minéral mérite une mention spéciale à cause de la rareté de ses gisements.

» La *buratite* en houppes nacrées d'un bleu pâle est associée à du quartz. Quant à l'*atacamite*, elle forme une masse très cristalline dont les cavités sont tapissées de petits cristaux verts transparents $m(110)$, $e^1(011)$, allongés suivant l'axe vertical (collection de l'École des Mines).

» Le cuivre natif, intimement mélangé à la cuprite, imprègne du quartz ou des micaschistes ; il constitue des dendrites de cristaux déformés; la cuprite n'a que des formes simples : $p(100)$, $a^1(111)$, $b^1(110)$.

» Cette longue énumération montre que la mine Meretrice est particulièrement riche en minéraux intéressants, formés par oxydation ou réduction superficielles de minerais sulfurés, plombifères et cuprifères; ces minéraux

méritent toute l'attention des minéralogistes, par la perfection de leurs formes et les particularités de quelques-uns d'entre eux. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 FÉVRIER 1894.
(*Suite.*)

Eucalyptographia. A descriptive atlas of the Eucalypts of Australia and the adjoining islands; by baron FERD. VON MUELLER, Government botanist for the colony of Victoria. Decades I-X. Melbourne, 1879-1884; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. A.-Milne Edwards.)

Den norske Nordhavs-Expedition 1876-1878. XXII. *Zoologi. Ophiuroidea,* ved JAMES A. GRIEG. Christiania, 1893; 1 fasc. in-4°.

Annals of the astronomical observatory of Harvard College, EDWARD C. PICKERING, director. Vol. XXIX. Miscellaneous researches made during the years 1883-1893. Cambridge, John Wilson and son, 1893; 1 vol. in-4°.

A preliminary study of the Kalyani inscriptions of the Dhammachets 176 A. D, by TAW SEIN-KO. Bombay, 1893; 1 br. in-4°.

Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Vol. XXXVII. Part I. II. Edinburgh, 1893; 2 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 MARS 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* BB (*Charlois*), *faites à l'Observatoire de Paris;* par MM. O. Callandreau et G. Bigourdan.

Dates 1894.	Étoiles.	Grandeurs.	Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de compar.	Observ.
			m s			
Mars 10....	*a*	9	+1.41,51	−5′.18″,5	9:6	G. B.
10....	*b*	9	−1.19,03	−1.22,4	15:8	O. C.

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1894.	Étoiles.	Ascension droite moy. 1894,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1894,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s			
Mars 10...	*a* 2210 BD+4	9.29. 1,81	+1,57	+4°. 1′.32″,6	−3″,7	AGC
10...	*b* 2220 BD+4	9.32. 2,48	+1,58	+3.57.37,4	−3,7	Albany

Positions apparentes de la planète.

Dates 1894.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Mars 10...	12h25m36s	9h30m44s,89	$\bar{1}$,320	+3°56′10″,4	0,798
10...	12.26.19	9.30.45,03	$\bar{1}$,321	+3.56.11,1	0,798

» *Remarques.* — 1894 Mars 10. La planète est de 11e grandeur.

» L'observation de M. Callandreau (O. C.) a été faite à l'équatorial de la tour de l'Est, et celle de M. Bigourdan (G. B.) à l'équatorial de la tour de l'Ouest. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés du borure de carbone.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Dans l'action de l'arc électrique (1) sur le bore, le silicium et le carbone, nous avons déjà appelé l'attention sur l'existence de composés nouveaux, cristallisés, produits à très haute température, possédant une stabilité telle qu'ils sont inattaquables par la plupart de nos réactifs, et ayant une dureté assez grande pour être voisine, égale ou même supérieure à celle du diamant. Nous avons déjà donné plusieurs procédés de préparation du siliciure de carbone (2) et nous décrirons aujourd'hui un nouveau composé similaire, le borure de carbone.

» Deville et Wöhler (3) ont indiqué, en 1857, l'existence d'une variété de bore à laquelle ils ont donné le nom de *bore adamantin*. M. Hampe (4), reprenant cette expérience, a démontré qu'on se trouvait en présence d'un mélange de différents composés renfermant en particulier un borure d'aluminium et un carbo-borure d'aluminium, tous les deux définis et cristallisés.

---

(1) H. Moissan, *Action de l'arc électrique sur le diamant, le bore amorphe et le silicium cristallisé* (*Comptes rendus*, t. CXVII, p. 423).

(2) H. Moissan, *Préparation et propriétés du siliciure de carbone cristallisé* (*Comptes rendus*, t. CXVII, p. 425).

(3) Wöhler et Sainte-Claire Deville, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LII, p. 63.

(4) Hampe, *Ann. der Chemie*, t. CLXXXIII, p. 75.

» Dans des recherches plus récentes sur le même sujet, M. Joly [1] a pu isoler dans ce mélange une petite quantité d'un borure de carbone dans lequel le dosage du carbone, après attaque par le chlore, l'a conduit à la formule Bo^6C.

» Lorsque l'on fait réagir le bore sur le carbone, à la température du four électrique, il se forme deux borures : l'un stable, l'autre attaquable par le mélange de chlorate de potassium et d'acide azotique. Le premier répond à la formule Bo^6C; c'est ce composé qui fera le sujet de la présente Note.

» *Formation.* — Ce borure de carbone peut se produire :

» 1° Lorsque l'on fait jaillir l'arc électrique entre deux charbons agglomérés, au moyen d'un mélange d'acide borique et de silicate d'alumine. Dans ces conditions, il est toujours souillé de siliciure de carbone;

» 2° Quand on place une petite quantité de bore au milieu de l'arc électrique;

» 3° En chauffant au four électrique, vers 3500°, du bore pur dans un petit creuset de charbon muni de son couvercle;

» 4° Ce borure se forme aussi au milieu des métaux en fusion. Il se produit lorsque l'on chauffe au four électrique dans un creuset de charbon un borure de fer riche en bore; on attaque ensuite le culot fondu par l'acide chlorhydrique, puis par l'eau régale; et l'on sépare un résidu noir formé de graphite et de borure de carbone.

» Si l'on a employé pour cette expérience de la fonte siliceuse, le résidu obtenu, après traitement par les acides, est formé par un mélange de borure de carbone et de siliciure de carbone;

» 5° En soumettant à l'action dissolvante de l'argent et du cuivre, chauffés au four électrique, un mélange de charbon de sucre et de bore pur. Il se produit, dans ce cas, des cristaux très nets de borure de carbone.

» *Préparation par union directe du bore et du carbone.* — 1° On chauffe au four électrique dans un creuset de charbon un mélange de 66 parties de bore amorphe et de 12 parties de charbon de sucre. Le courant employé mesure 250 à 300 ampères et 70 volts. La réaction est terminée en 6^m à 7^m.

» Après refroidissement du creuset, on recueille une masse noire d'un aspect graphitoïde à cassure brillante, présentant un commencement de

(1) Joly, *Sur le bore* (*Comptes rendus*, t. XCVII, p. 456).

fusion. Après attaque prolongée par l'acide azotique fumant, la matière se désagrège et il reste une poudre cristalline à laquelle on fait subir six traitements au chlorate de potassium et à l'acide azotique monohydraté. On lave à l'eau, puis on sèche.

» 2° *Préparation par dissolution dans le borure de fer.* — Le fer se combine au bore avec facilité pour produire des borures définis que nous décrirons plus tard. Lorsqu'on ajoute à du fer un excès de bore et de carbone et que l'on chauffe le tout au four électrique dans les conditions précédentes, il se forme un culot à cassure très brillante. Après attaque par l'eau régale, le métal abandonne un résidu formé presque entièrement de borure de carbone. Les cristaux, dans ce cas, sont mal définis, après six attaques au chlorate de potassium, ils ne renferment plus de graphite et leur analyse conduit à la formule Bo^6C.

» 3° *Préparation par dissolution dans le cuivre et dans l'argent.* — Le fer dissolvant avec facilité un notable excès de bore, nous avons cherché à employer, dans cette préparation, des métaux qui, au moment où ils se refroidissent, ne forment pas de combinaisons déterminées avec ce métalloïde. L'argent et surtout le cuivre nous ont fourni les meilleurs résultats.

» Le borure de carbone obtenu dans l'argent après attaque de ce métal par l'acide azotique est d'une grande pureté, mais sa cristallisation est confuse. Avec le cuivre, on obtient des cristaux brillants d'une grande netteté.

» On prépare un mélange intime de bore et de charbon de sucre comme nous l'avons indiqué précédemment (bore 66, carbone 12) et l'on place 15^{gr} de ce mélange dans un creuset de charbon avec 150^{gr} de grosse limaille de cuivre bien pur [1].

» La chauffe dure de six à sept minutes avec un courant de 350 ampères et 70 volts. Quelques instants après, on retire du four un culot malléable qui a conservé l'aspect du cuivre métallique, bien que légèrement noirci à la surface. La fusion se fait très rapidement; il est facile d'obtenir en trois heures la quantité de culots de cuivre nécessaires à la préparation de 200^{gr} environ de borure de carbone.

» Une simple attaque par l'acide azotique ordinaire permet d'obtenir le borure très bien cristallisé et ne renfermant plus qu'une petite quantité de graphite. Pour séparer ce dernier corps, on fait subir au mélange six à

---

[1] Il faut avoir soin que cette limaille de cuivre ne renferme pas de sable qui fournirait du siliciure de carbone cristallisé.

huit attaques au chlorate de potassium sec et à l'acide azotique concentré, puis on le traite par l'acide sulfurique bouillant pendant plusieurs heures. Enfin on le laisse digérer à nouveau avec le mélange de chlorate, on lave à l'eau, puis on sèche.

» *Propriétés.* — Ce borure de carbone appartient, comme nous le faisions remarquer plus haut, à la même classe de composés que le siliciure de carbone [1]. Il possède, comme lui, une grande stabilité et une grande dureté. Le borure de carbone se présente en cristaux noirs, brillants, d'une densité de 2,51.

» Le chlore l'attaque au-dessous de 1000° sans incandescence, ainsi que l'a fait remarquer M. Joly. Il se forme un chlorure de bore et il reste un résidu de carbone poreux très brillants. Le brome et l'iode sont sans action.

» Chauffé dans l'oxygène à 500°, il ne produit pas d'acide carbonique, mais à 1000° il brûle lentement, avec plus de difficulté que le diamant, en fournissant de l'acide carbonique et un résidu noir enduit d'acide borique fondu.

» Le soufre ne réagit pas sur le borure de carbone à la température de ramollissement du verre. Il en est de même du phosphore et de l'azote à 1200°. Ce composé est inattaquable par tous les acides. L'acide fluorhydrique concentré, l'acide azotique monohydraté ou leur mélange ne l'attaquent pas à l'ébullition. Chauffé en tube scellé à 150° pendant quatre heures, il n'abandonne rien à l'acide azotique fumant. Les solutions concentrées d'acide iodique et d'acide chromique sont aussi sans action à l'ébullition ou en tubes scellés à la température de 150°.

» Au rouge sombre, il est attaqué par la potasse en fusion et par un mélange fondu de carbonate de sodium et de potassium. Le caractère le plus curieux de ce nouveau composé est son excessive dureté; tandis que le siliciure de carbone arrive péniblement à polir le diamant sans pouvoir le tailler, il nous a été possible de produire des facettes sur un diamant au moyen de poussière de borure de carbone.

» Ce composé est en effet très friable; on peut l'obtenir en poudre fine dans un mortier d'Abiche neuf, le mélanger d'huile et s'en servir au lieu

---

[1] On sait que ce siliciure de carbone, découvert à l'état amorphe par M. Schützenberger, a été préparé industriellement en 1892 par M. Atkesson sous le nom de *carbo rundum*. Nous avons décrit en 1893 un certain nombre de préparations et de propriétés de ce corps.

d'égrisée sur une meule neuve en acier pour la taille des diamants. La dureté de ce borure paraît être plus faible que celle du diamant, car l'usure est plus lente, mais les facettes se taillent avec une grande netteté et c'est, je crois, le premier exemple d'un corps défini pouvant tailler le diamant. La dureté de ce composé est donc supérieure à celle du siliciure de carbone.

» Analyse : *Dosage du carbone.* — Nous avons dosé le carbone par deux méthodes différentes : 1° en attaquant la matière par le chlore, en chauffant ensuite la nacelle dans un courant d'hydrogène et enfin en brûlant le charbon dans un courant d'oxygène : du poids de l'acide carbonique recueilli on déduisait la teneur en carbone; 2° un poids déterminé de borure de carbone est mélangé de chromate de plomb en grand excès et chauffé ensuite à haute température dans un tube de porcelaine. On recueille et on pèse l'acide carbonique qui donne ainsi la quantité de carbone.

» *Dosage du bore.* — Le borure de carbone est attaqué par un mélange de carbonate de potassium et de sodium dans un creuset de platine; on reprend ensuite par l'eau, on additionne d'acide azotique et le dosage du bore est effectué par l'alcool méthylique et la chaux, ainsi que je l'ai décrit dans une Note précédente [1].

» Nous avons obtenu les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	Théorie.
Bore	84,57	84,19	84,52	84,62
Carbone	15,60	14,91	15,55	15,38

ZOOLOGIE. — *Sur les organes de la reproduction de l'*Ancylus fluviatilis. Note de M. de Lacaze-Duthiers.

« Ayant eu récemment à examiner les organes génitaux de quelques Mollusques pendant un voyage au laboratoire Arago, mon attention s'est reportée vers d'anciennes recherches que j'ai eu le tort de ne pas publier, car elles renferment des faits importants sur le mécanisme des organes de la reproduction de ces animaux.

» L'Ancyle fluviatile est, on le sait, senestre; c'est donc à gauche qu'il faut chercher les orifices de la reproduction. Il est de plus hermaphrodite, car ses œufs naissent dans l'épithélium germinatif de sa glande génitale, à

(1) H. Moissan, *Sur le dosage du bore* (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1087).

côté des spermatozoïdes. Il n'y a d'autres différences entre les parties mâles et femelles de cet épithélium que celles de la forme des éléments caractéristiques des sexes.

» La glande hermaphrodite est petite, même au temps de la reproduction. Elle a tout au plus le volume d'une grosse tête d'épingle un peu jaunâtre, quelquefois presque blanche et logée au milieu des acini bruns du foie, tout à fait dans le haut du crochet de la coquille, où elle est facile à découvrir. Sa petitesse permet de la porter tout entière sous le microscope et là, à l'aide d'une compression légère, de distinguer aisément des particularités importantes sur la structure et la position des parties qui la composent. Ses acini sont allongés, coniques, terminés en culs-de-sac arrondis, réunis par tous leurs sommets tronqués, convergents vers un même point où ils s'ouvrent dans une cavité commune au fond de laquelle prend naissance le canal vecteur de produits mâles et femelles et que, pour cette raison, on doit nommer *canal androgyne*.

» En sortant de la glande, ce canal se porte à gauche en avant et en bas vers une partie intermédiaire aux différentes glandes et canaux composant l'ensemble de l'appareil génital.

» On peut nommer cette partie intermédiaire le *carrefour génital;* on va voir pourquoi.

» Il est aplati, ovale, à bords un peu ondulés et reçoit en haut et en arrière les produits de la sécrétion de la *première glande annexe* [*glande de l'albumine* (¹)] dont les cæcums sécréteurs d'un jaune bistre médiocrement allongés, deux, trois, quatre fois bifurqués, viennent s'ouvrir dans sa cavité par un canal commun très court.

» En avant et en bas, sur sa face inférieure, on voit l'orifice du canal androgyne contigu à l'orifice d'un autre canal ne renfermant et ne conduisant jamais que des spermatozoïdes, et qui pour cette raison doit être regardé comme le *canal déférent* ou *spermiducte*. La terminaison de l'un de ces canaux et l'origine de l'autre sont tellement rapprochées que les parois de l'un semblent se continuer avec les parois de l'autre.

» Enfin sur l'extrémité antéro-latérale gauche s'ouvre un gros conduit,

---

(¹) Les malacologistes ont trop souvent emprunté des noms ayant un sens précis dans l'Anatomie des animaux supérieurs, et comparé ainsi des organes qui n'avaient pas de fonctions identiques. Il m'a semblé inutile ici de reproduire cette nomenclature, sauf le cas où les organes ont des fonctions bien connues.

successivement deux fois pyriforme, qui n'a d'autres fonctions que de préparer les pontes et de porter les œufs au dehors. C'est l'*oviducte*.

» Ainsi dans ce carrefour, d'une part, arrivent mélangés ensemble les produits des deux sexes et le liquide fourni par la première glande annexe, et, d'autre part, sortent après leur séparation les œufs d'un côté, les spermatozoïdes de l'autre. C'est à partir de ce point que les sexes ont des organes séparés et entièrement distincts.

» Le triage, si l'on peut s'exprimer ainsi, des éléments mâles et femelles s'accomplit mécaniquement : il est la conséquence des conditions organiques existant dans le carrefour. Les œufs trop gros ne peuvent s'engager dans l'orifice du spermiducte et les spermatozoïdes au contraire, en sortant du conduit androgyne, trouvent si près d'eux l'orifice du canal déférent qu'ils s'insinuent dans son intérieur et continuent à descendre vers la verge. Les œufs, au contraire, en tombant dans le carrefour rempli par le liquide de la première glande annexe reprennent leur volume et sont entraînés facilement dans l'orifice largement béant de l'oviducte.

» Ce triage est d'ailleurs favorisé par les mouvements actifs de cils vibratiles longs et puissants.

» En reconnaissant cette disposition, on est porté tout naturellement à la comparer à celle qui s'observe dans l'estomac des Ruminants.

» Chez ces derniers animaux, en effet, les aliments grossièrement divisés par une première mastication écartent les lèvres de la gouttière œsophagienne, en la traversant, tombent dans la panse, et ne continuent pas à suivre l'œsophage. De même ici, les œufs tombés dans le carrefour ne suivent pas le canal déférent qui semble cependant faire suite au canal androgyne. Le volume seul explique, dans les deux cas, le changement de la direction des œufs et des aliments ; mais là doit s'arrêter la comparaison. Car les aliments remâchés ou ruminés reprennent leur route première et, ne pouvant plus écarter les lèvres de la gouttière, arrivent dans l'estomac, tandis que les œufs suivent une voie toute différente après s'être séparés du spermatozoïde.

» M. Dubreuil, de Montpellier, avait, à propos d'autres Mollusques hermaphrodites, déjà indiqué cette comparaison en la poussant peut-être un peu loin.

» Encore un mot sur le conduit androgyne. Vers le milieu de la longueur il présente de dix à douze cæcums latéraux de longueur variée toujours bourrés de spermatozoïdes fort actifs. Ces cæcums jouent le rôle de vraies

vésicules séminales. Ces culs-de-sac ont été vus et indiqués par Moquin-Tandon. Quant aux œufs, pour le traverser, ils doivent s'allonger et passer pour ainsi dire à la filière ; ils peuvent ainsi arriver au carrefour génital, où, devenus libres et nageant dans le liquide albumineux de la première glande annexe, ils reprennent leur forme et leur volume naturels en raison de leur élasticité.

» Après le carrefour, l'oviducte se dilate et devient deux fois de suite pyriforme; la seconde de ces dilatations, la plus volumineuse, se coude à angle droit et reçoit les produits de la sécrétion de la *seconde glande annexe* (*glande de la coque*). Celle-ci, formée d'acini gros, trapus, courts, blancs-jaunâtres, est la plus volumineuse de toutes les glandes annexes de l'appareil génital.

» Ensuite cette partie dilatée et anguleuse se rétrécit brusquement et, se portant à gauche en passant au-dessous et en avant du rectum, va s'ouvrir au sommet de la très petite papille génitale femelle qu'on trouve en dessous et vers le milieu de la lamelle latérale appelée *branchie* ou *lobe auriculaire*.

» Suivons maintenant le canal déférent.

» Mais d'abord il faut remarquer que le muscle adducteur de la coquille forme comme une cupule ovoïde, dont la paroi s'élève sur les bords de la face dorsale du pied pour aller s'attacher au pourtour du test. Seulement cette cupule est incomplète, car elle présente deux échancrures, l'une très grande antérieure répondant à la tête, l'autre latérale à gauche en rapport avec le milieu de la base de la lamelle branchiale.

» C'est par cette dernière échancrure que sortent de la cavité générale du corps : l'intestin rectum ou terminal, l'oviducte, le canal déférent et le conduit excréteur du corps de Bojanus ou rein.

» Immédiatement après sa sortie du carrefour, le spermiducte porte trois cæcums assez volumineux, perpendiculaires à sa direction ; puis il devient long, grêle et flottant au-dessous du foie, et enfin se dirige à gauche pour s'appuyer par deux ou trois courtes circonvolutions contre la terminaison de l'oviducte, dans le point où celui-ci, perçant les parois du corps, arrive à la papille sous-branchiale.

» Pour disséquer en ce point le canal déférent il faut beaucoup d'attention. On rencontre là une difficulté anatomique réelle, car l'isolement des parties est laborieux ; mais, avec du soin, on arrive à reconnaître que si le canal déférent vient au contact de l'oviducte, néanmoins il ne communique pas avec lui ; qu'il l'abandonne en s'insinuant sous les téguments pour se

diriger en avant contre la face extérieure du paquet de fibres musculaires placé entre les deux échancrures; qu'enfin, étant parvenu au bord antérieur de ce paquet, il rentre en rebroussant chemin dans la cavité vicérale en marchant alors d'avant en arrière pour s'introduire dans la dépression centrale de la base de l'appareil copulateur conique, situé à côté du bulbe lingual.

» L'appareil copulateur conique est énorme. Son sommet correspond à l'orifice génital mâle qui s'observe tout près de l'œil, à l'angle externe du tentacule gauche. Cet orifice très extensible permet l'évagination ou le renversement en dehors du cône copulateur, dans lequel se trouve la verge, qui n'est elle-même qu'un renflement de la fin du canal déférent saillant dans une cavité prépuciale où débouche aussi le *flagellum*.

» La verge est terminée par une pointe aiguë effilée, bien appropriée par sa forme pour pénétrer dans la papille terminale de l'oviduete.

» Le flagellum, très long et libre, flotte dans la cavité générale au milieu des organes. Son extrémité libre terminée en cæcum, pelotonnée, rappelle par sa disposition les glandes sudoripares simples des animaux supérieurs. Sa partie terminale est évidemment destinée à une sécrétion, ainsi que sa structure le montre.

» L'ovogénèse et la spermatogénèse sont dans l'Ancyle faciles à observer. Il n'est pas possible dans ce court résumé d'en donner l'histoire.

» L'œuf et le spermatozoïde, nés très fréquemment à côté l'un de l'autre dans les éléments de l'épithélium germinatif, tombent dans les cæcums de la glande génitale où l'on trouve souvent les œufs suspendus par un pédoncule à leur point d'origine et les spermatozoïdes réunis en paquets par leurs têtes, paraissant fixés ou empâtés par cette partie contre les parois du cæcum sécréteur, tandis que leur queue ondule dans la cavité.

» Avant qu'ils aient formé des paquets, on les voit avec la dernière netteté enroulés en spirale dans l'élément cellulaire qui les a produits. C'est leur tête conique, très pointue, à son extrémité libre, courbée en faucille, qui se dégage la première. La queue très longue et très grêle porte longtemps la vésicule primitive.

» Ceci démontre, sans doute possible, contrairement à ce qui a été dit, que la formation de chaque spermatozoïde a lieu dans un élément spécial, sa tête répondant au noyau. Je reviendrai sur cette particularité de l'histoire de la reproduction dans le Mémoire qui va être publié *in extenso*.

» Pendant l'accouplement, les animaux jouent tantôt le rôle de mâle,

tantôt celui de femelle. Ainsi que l'ont indiqué déjà Moquin-Tandon et d'autres auteurs, il n'y a pas, comme chez les Limaçons ou autres Hermaphrodites, double copulation. Celui qui remplit les fonctions de mâle rampe sur le dos de la coquille de celui qui, passif, est pour le moment la femelle; celui-ci s'incline à droite en relevant son côté gauche, pour rendre accessible sa papille de l'oviducte, tandis que celui qui est en dessus se penche à gauche en évaginant son organe copulateur, qui embrasse dans sa cupule terminale la papille femelle pour introduire sa verge dans l'orifice de l'oviducte, s'ouvrant au sommet de la papille.

» Mais où s'accomplit la fécondation ? Les œufs, après être tombés dans le carrefour, où ils sont baignés dans le liquide de la première glande annexe (*glande de la glaire, de l'albumine*) et séparés des spermatozoïdes, descendent ensuite dans la partie de l'oviducte où ils rencontrent les produits sécrétés par la deuxième glande annexe (*glande de la coquille*); ceux ci sont destinés à les enfermer dans une coque avec une certaine quantité du liquide de la première glande annexe, dont la nature albumineuse le rend évidemment propre à la nourriture de l'embryon et représente le blanc de l'œuf de l'oiseau.

» L'acte essentiel de la fécondation, c'est-à-dire de la pénétration du spermatozoïde dans l'œuf, doit nécessairement s'accomplir avant que la coque soit complètement close et durcie. Il faut donc, pour que la fécondation ait lieu, ou que la coque présente un micropyle, ou que le spermatozoïde remonte jusqu'à la partie coudée de l'oviducte et pénètre avant la fermeture de la coque jusqu'à l'œuf.

» Cependant il faut remarquer que, vers le milieu de la partie terminale rétrécie de l'oviducte, après la portion coudée, vient s'ouvrir dans son intérieur le canal d'une vésicule longuement pédonculée, vésicule que chez beaucoup d'animaux on a considérée comme étant le réservoir où le mâle, pendant la copulation, dépose la semence destinée à la fécondation, et que, pour cela, on a appelée *vésicule copulatrice*.

» Je n'ai jamais trouvé de filaments fécondateurs agiles et vibrants dans cette vésicule, dont le véritable rôle est difficile à préciser. Ici son contenu est formé de concrétions amorphes, rougeâtres, entourées d'une mucosité épaisse remplie de têtes de spermatozoïdes sans queue.

» Le mode d'accouplement de l'Ancyle fluviatile conduit à cette conclusion que la fécondation chez cet animal ne peut s'accomplir que par la réunion des éléments appartenant seulement à deux individus distincts, bien que chaque individu soit hermaphrodite, et joue alternativement le

rôle de mâle ou de femelle, sans qu'il y ait accouplement double ou réciproque. Moquin-Tandon l'avait reconnu.

» Les pontes sont fréquentes, mais les œufs pondus sont peu nombreux. Chacune d'elles ne produit que trois ou quatre coques renfermant chacune un œuf, dont le développement, facile à suivre, conduit presque toujours jusqu'à l'animal adulte.

» L'histologie des différentes parties composantes des organes génitaux de l'Ancyle est fort intéressante : les cellules sont très grandes, à parois souvent peu comprimées, et les noyaux y sont magnifiques, fixant les matières colorantes avec une grande puissance. Pour les détails spéciaux, je renverrai au Mémoire qui va paraître dans mes *Archives de Zoologie expérimentale*. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la pression interne dans les fluides et la forme de la fonction* $\varphi(pvt) = 0$; par M. **E.-H. Amagat.**

« Je me propose d'appliquer la fonction π dont j'ai précédemment étudié les lois à la relation $\varphi(pvt) = 0$, mise sous la forme généralement adoptée

$$(p + \mathfrak{P})(v - a) = \mathrm{RT}. \tag{1}$$

» Il convient d'examiner d'abord si, d'après sa définition, π peut comme $\mathfrak{P}$ représenter cet effet attribué à l'attraction réciproque des molécules, tendant à diminuer le volume comme le ferait une pression extérieure, de telle sorte que les choses se passent comme si, cette attraction n'existant pas, la pression extérieure était $(p + \mathfrak{P})$.

» Or, π est le quotient du travail intérieur par dv, de même que p est le quotient par dv du travail extérieur, et il est facile de voir que le raisonnement établissant que le travail extérieur est $\mathrm{P}\,dv$ est en tout point applicable au travail intérieur, à la condition que ce travail soit exclusivement celui des forces à l'effet desquelles on peut substituer celui d'une pression extérieure, ici l'attraction réciproque des molécules. Cela revient donc à admettre qu'à température constante le travail interne de la molécule est nul, c'est-à-dire que l'énergie moléculaire varie seulement avec la température, ce qui paraît très vraisemblable tant que les distances des molécules sont relativement grandes ; pour un volume suffisamment petit on conçoit que la réaction des molécules pressées les unes contre les autres

quand on fait varier ce volume, puisse donner lieu, à température constante, à un travail intramoléculaire, mais on conçoit aussi que ce travail devient alors l'un des facteurs de la pression intérieure effective et rentre, par suite, dans la somme dont le quotient par dv donne la valeur de cette pression.

» On a vu que la constance de la valeur de π sous un volume donné dépend de celle de $\frac{dp}{dt}$ sous ce même volume; la substitution de l'expression de π dans la relation (1) conduit en quelque sorte à la réciproque, pourvu que $(v - \alpha)$, même modifié, soit fonction du volume seul. On a effet

$$\left(p + \mathrm{T}\frac{dp}{dt} - p\right)(x - \alpha) = \mathrm{RT},$$

d'où

$$\frac{dp}{dt} = \frac{\mathrm{R}}{v - \alpha} = \Phi(v).$$

D'autre part, j'ai montré, dans un de mes précédents Mémoires, qu'en partant de la relation $\varphi(pvt) = 0$ sous la forme (1), on est conduit, pour satisfaire aux données expérimentales, à considérer $\mathfrak{P}$ comme fonction du volume et de la température, et cependant il résultait de ces mêmes données que $\frac{dp}{dt}$ était fonction du volume seul; il y a là une contradiction qui n'est en réalité qu'apparente et qu'il est facile d'expliquer.

» Je remarquerai d'abord que la démonstration supposait connue la valeur de a, que j'avais déduite du coefficient angulaire de la partie des isothermes qui paraissait sensiblement rectiligne; mais j'ai montré depuis que, prolongées jusque sous des pressions beaucoup plus considérables, ces isothermes conservent une courbure peu prononcée, mais certaine; par suite, la valeur numérique de a n'est plus déterminée, il faut alors modifier le raisonnement; on peut le faire ainsi qu'il suit.

» Soient v et v' les volumes occupés par le gaz à T° sous les pressions P et P', puis à T'° sous la pression P_1 et P'_1. Nous aurons, en appliquant la relation (1) aux deux températures et en supposant que $\mathfrak{P}$ soit fonction du volume seul,

$$\frac{(\mathrm{P}+\mathfrak{P})(v-a)}{(\mathrm{P}'+\mathfrak{P}')(v'-a)} = 1, \qquad \frac{(\mathrm{P}_1+\mathfrak{P})(v-a)}{(\mathrm{P}'_1+\mathfrak{P}')(v'-a)} = 1.$$

» Ces relations peuvent être mises sous la forme

$$\frac{\mathrm{P}(v-a)}{\mathrm{P}'(v'-a)} = 1 + \frac{\mathfrak{P}'(v'-a) - \mathfrak{P}(v-a)}{\mathrm{P}'(v'-a)}, \qquad \frac{\mathrm{P}_1(v-a)}{\mathrm{P}'_1(v'-a)} = 1 + \frac{\mathfrak{P}'(v'-a) - \mathfrak{P}(v-a)}{\mathrm{P}'_1(v'-a)},$$

desquelles on tire, en éliminant $[\mathcal{P}'(v'-a)-\mathcal{P}(v-a)]$,

$$a=\frac{v'(P'_1-P')-v(P_1-P)}{P-P'+P'_1-P_1}.$$

Cette formule doit évidemment donner pour a des valeurs indépendantes des volumes choisis pour faire le calcul au moyen des données expérimentales; or ce n'est pas ce qui a lieu; les valeurs de a diminuent avec les volumes choisis : elles varient du simple au double entre 100 et 1000 atmosphères; par suite, l'hypothèse que $\mathcal{P}$ est fonction du volume seul est inexacte, $\mathcal{P}$ est aussi fonction de la température;

résultat en contradiction formelle avec ce qui précède.

» Or, le résultat auquel nous venons d'arriver dépend essentiellement de la forme de fonction (1) que nous avons adoptée et que rien n'impose *a priori;* la contradiction peut donc parfaitement tenir à cette forme même; $\mathcal{P}$ peut parfaitement n'être fonction que du volume seul, si, par exemple, a est aussi fonction de celui-ci; on est donc ainsi conduit à remplacer a par une fonction de v tendant vers une limite α au fur et à mesure que v tend lui-même vers cette limite. Il reste à déterminer les formes de cette fonction et de celle qui exprime la pression intérieure π.

» La loi suivant laquelle π varie avec le volume conduit de suite à essayer la forme

$$\pi=A\frac{v-\varepsilon}{v^m},$$

ε étant le volume sous lequel π s'annule avant de changer de signe; j'ai déduit précédemment des données expérimentales la valeur de ε pour l'hydrogène; j'ai pu ensuite, par des calculs assez pénibles, déterminer les valeurs des coefficients A et m.

» Les valeurs de π sont bien représentées dans toute la série des volumes en prenant

$$A=0,000506,\qquad m=3,\qquad \varepsilon=0,002111.$$

» Pour trouver l'expression de a, je remarquerai que la relation (1) devient, en y substituant $\left(T\frac{dp}{dt}-p\right)$ à la place de π,

$$\left(p+T\frac{dp}{dt}-p\right)(v-a)=RT,\qquad \text{soit}\qquad \frac{dp}{dt}(v-\alpha)=R,$$

R étant une constante (0,00367); on pourra, au moyen du Tableau des valeurs de $\frac{dp}{dt}$, calculer celles de a pour toute la série des volumes.

» On arrive à bien représenter l'ensemble des valeurs de a ainsi calcu-

lées, au moyen de l'expression

$$a_v = \alpha + B(v - \alpha)^n.$$

Le calcul m'a conduit à

$$B = 0,0077, \qquad n = \tfrac{1}{2}, \qquad \alpha = 0,0004.$$

» On arrive donc, en résumé, à la relation

$$\left(p + A\frac{v - \varepsilon}{v^m}\right)\left(v - [\alpha - B(v - \alpha)^n]\right) = RT.$$

» Avec $m = 3$ et $n = \frac{1}{2}$ pour l'hydrogène; il reste à savoir si avec les autres gaz, pour lesquels la valeur de ε n'est point connue expérimentalement, on pourra représenter aussi facilement les valeurs de π et de a_v.

» Voici maintenant un Tableau calculé pour l'hydrogène au moyen des coefficients qui précèdent; il donne aux différentes températures pour la série des volumes occupés par le gaz à zéro sous des pressions croissant de 100 atmosphères en 100 atmosphères, les pressions calculées par la formule et celles qui ont été fournies par l'expérience.

A zéro.				47°,3.		99°,25.		200°.	
Expérience.	Formule.	Expérience.	Formule.	Expérience.	Formule.	Expérience.	Formule.	Expérience.	Formule.
atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm
100	101,5	1200	1191	1164	1171	137	139,5	174	179
200	201,5	1400	1393	1273	1276	276	278,5	351	357
300	301	1600	1596	1390	1393	414	415	528	533
400	400	1800	1798	1505	1506	551	551	700	706
500	500	2000	2003	1737	1739	688	686	874	878
600	599	2200	2212	1960	1968	824	820	»	»
700	699	2400	2409	2184	2199	960	953	»	»
800	799	2600	2613	2418	2435	»	»	»	»
900	899	2800	2825	2642	2667	»	»	»	»
1000	998	»	»	2858	2890	»	»	»	»

» Le plus grand écart relatif a lieu pour chaque température sous la pression la plus faible; c'est ce qui arrive assez souvent pour le premier point d'une courbe, là où une légère erreur ne peut être rectifiée facilement par la direction de l'ensemble des points; on voit, du reste, que l'accord est aussi satisfaisant pour les pressions les plus élevées que pour les pressions inférieures.

» Enfin je terminerai en signalant une coïncidence intéressante. Si l'on calcule, au moyen des coefficients adoptés, la pression intérieure pour un volume égal à l'unité, celui du gaz à zéro et sous la pression normale, on trouve $0^{\text{atm}},000875$; le travail intérieur serait donc les $\frac{875}{1000000}$ du travail

extérieur, pour une variation isothermique de volume. Les expériences classiques de lord Kelvin et Joule donnent $\frac{1}{1250}$, soit $\frac{800}{1000000}$; pour une question aussi délicate, l'accord peut être considéré comme satisfaisant. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Travaux à Madagascar, en* 1892.
Note du P. E. Colin.

« *Magnétisme.* — Au moyen d'instruments construits par MM. Brunner, nous avons déterminé les trois éléments magnétiques de déclinaison, d'inclinaison et de composante horizontale, le long du chemin de Tananarive à Tamatave. Notre manière d'opérer est la même que celle de M. Moureaux dans son levé magnétique de la France. Ajoutons cependant que, pour mesurer la composante horizontale, nous dévions le barreau aux deux distances de la règle; de plus, faute de temps et souvent exposé à la pluie ou aux ardeurs d'un soleil tropical, nous avons observé nos déclinaisons et inclinaisons avec un seul barreau et une seule aiguille.

» Afin d'éviter les curieux, les influences locales, et de préciser la station par des relèvements sur des signaux lointains, nous avons opéré le plus souvent sur les sommets des montagnes voisines des villages. Ces azimuts orientés ont été obtenus par des hauteurs du Soleil combinées avec la détermination de l'heure locale; ils sont comptés de 0° à 360° dans le sens direct, c'est-à-dire du nord à l'est, sud et ouest. La composante horizontale est exprimée en unités centimètre, gramme, seconde.

» Aucune perturbation magnétique n'a été signalée dans les diagrammes du magnétographe de l'observatoire de l'île Maurice, aux jours et heures de nos observations.

» I. *Amboasary* (M^t), près *Ankeramadinika*, 21 août 1892. Argile rouge; dans le voisinage, roches granitiques, micaschistes; à 8^{km} sud-ouest, minerai de fer abondant. Longitude et latitude approximatives : 45°32′ est de Paris, 18°56′ sud; altitude 1518^m.

Relèvements de signaux orientés.

Vodivato (M^t)	8°46′32″	Angavokely (M^t)	267°39′2″
Ambolobé (M^t)	174°45′2″	Ambatodravony, pierre debout	283°49′2″

Déclinaison.	Composante horizontale.	Inclinaison.
12°36′58″ NW	0,22910	55°26′32″
De 9^h à 10^h matin	De 10^h50^m à midi	De 1^h à 2^h soir

» II. *Tangaina* (Mt), près *Moramanga*, 30 août 1892. Terrain argileux. Le chemin de Tamatave passe à 150m au sud de la station. Longitude et latitude approximatives : 45°54′ est de Paris, 18°59′10″ sud ; altitude 1053m.

Relèvements de signaux orientés.

Maromisaha (Mt)	93°14′13″	Fanongoavana (Mt)	256′41′58″
Ambohibé (Mt)	245°15′54″	Vodivato (Mt)	320°37′51″

Déclinaison.	Composante horizontale.	Inclinaison.
12°37′23″ NW	0,23015	54°38′0″
De 9h30m à 10h20m matin	De 10h40m à 11h40m	De midi à 1h

» III. *Tsiendrorana* (Mt), près *Beforona*, 11 septembre 1892. Terrain argileux ; aux environs à l'est, coulées granitiques, minerai de fer. Longitude et latitude approximatives : 46°11′ est de Paris, 19°0′ sud ; altitude 719m.

Relèvements de signaux orientés.

Rabéarana (Mt)	153°33′33″	Vohidrazana (Mt)	256°26′33″
Mât de pavillon de Beforona.	208°44′1″	Ambohimanga (Mt), sud....	324°59′12″

Déclinaison.	Composante horizontale.	Inclinaison.
11°48′14″ NW	0,23348	54°24′55″
De 9h à 10h, matin	De 10h30m à 11h30m	De midi à 1h

» IV. *Ambatojahanary*, près *Andevorante*, 25 septembre 1892. — Dune de sable surmontée de dix pierres, emblèmes idolâtriques. Nous étions placés à 3m sud-est de la dernière grande pierre sud. En ce même endroit, nous avons terminé nos opérations géodésiques exécutées depuis la province de l'Imerina, et nous avons fixé les positions géographiques d'Andevorante. La mission protestante anglaise est à 900m au sud ; l'embouchure du fleuve l'Iaroka est à 2630m au sud. Le sable est mélangé de particules de fer ; le sol sous-jacent est constitué, dit-on, de débris madréporiques. Longitude et latitude : 46°45′34″ est de Paris, 18°56′48″ sud ; altitude : 5m60cm.

Relèvements de signaux orientés.

Vohilonjo (Mt)	255°36′11″	Maromisaha (Mt)	269°36′58″
Vohidrazana (Mt)	267°19′16″	Ambohimanga (Mt), sud....	282° 9′27″

Déclinaison.	Composante horizontale.	Inclinaison.
14°40′42″ NW	0,23753	54°12′50″
De 9h à 10h, matin	De 10h15m à 11h10m	De 1h à 2h, soir

» Le 20 janvier 1886, M. Favereau, lieutenant de vaisseau, observa la déclinaison au sud d'Andevorante, probablement à 1km,500 sud de notre station ; il obtint les deux résultats suivants : 13°57′,9 et 14°40′,8. Par une coïncidence fortuite, cette dernière déclinaison concorde, à plusieurs secondes près, avec notre résultat de septembre 1892.

» V. *Tamatave*, campagne, 3 octobre 1892. Dune de sable à 2^{km} ouest-sud-ouest de la ville, à 300^m nord-est de l'endroit où le ruisseau Mangarèze traverse le chemin de Tamatave à Tananarive. Le sable est mélangé de particules de fer. Longitude et latitude approximatives : 47°4′ est de Paris, 18°9′30″ sud; altitude 5^m.

Relèvement de signal orienté.

Mât de pavillon du fort Hova .... 52°52′14″

Déclinaison.	Composante horizontale.	Inclinaison.
9°39′5″ NW	0,23697	53°17′46″
De 9^h à 9^h30^m matin	De 10^h10^m à 11^h15^m	De 1^h à 2^h soir

» VI. *Tamatave*, allée des Manguiers, 8 octobre 1892. Le résultat inattendu de la déclinaison obtenue en pleine campagne nous détermina à recommencer nos opérations au nord-ouest de la ville, sur la promenade dite : *Allée des Manguiers*. L'instrument était placé sous le dernier manguier est de l'allée, à 150^m ouest de la plage, à 400^m du fort Hova, 1^{km} nord-ouest du débarcadère. Le sable est mélangé de particules de fer. Longitude et latitude approximatives : 47°5′ est de Paris, 18°9′20″ sud; altitude 5^m.

Relèvement du signal orienté.

Mât de pavillon du fort Hova .... 200°48′44″

Déclinaison.	Composante horizontale.	Inclinaison.
10°34′3″ NW	0,23721	53°10′59″
De 2^h à 2^h40^m, soir	De 2^h40^m à 3^h25^m	De 3^h30^m à 4^h15^m

» En 1864, M. Germain, ingénieur hydrographe, eut pour résultat de la déclinaison à Tamatave : 10°39′ nord-ouest. Ce chiffre se rapproche de nos observations du 8 octobre 1892; mais il est éloigné des déclinaisons obtenues en 1874 et 1884; les premières égalent : 11°45′ nord-ouest; les secondes, exécutées au point A de la carte française 2098, égalent : 12°50′ nord-ouest. Le voisinage des habitations des noirs de Sainte-Marie nous empêcha d'observer les éléments magnétiques au point A, lors de notre passage à Tamatave.

» Comme on a pu le remarquer, les différentes déclinaisons obtenues en plusieurs points de Tamatave par divers observateurs varient entre 9° et 12°. Or, en observant cet élément sur différentes stations de la montagne au sommet de laquelle est bâti l'observatoire de Tananarive, nous avons trouvé ces mêmes variations consignées dans les résultats suivants :

		Déclinaisons.
Au N, à 60^m de distance de l'édifice,	le 11 août 1892.......	9°.41′.49″ NW
Au S, à 50^m » »	le 12 avril 1893.......	10.52.42
» » »	le 15 mai 1893.......	10.49.47
» (Obs. du P. Combes),	le 8 août 1893.......	10.47. 1
Au SE, à 2^{km} de distance de l'édifice,	le 18 mai 1893.......	11.59. 3
Au NW, à 120^m » »	le 16 mai 1893.......	12. 6.41
Au NNW, à 50^m » »	»	12.45.42

» On sait que Duperrey obtint, à l'île Sainte-Marie-de-Madagascar, 7° de différence de déclinaison entre deux points distants d'une centaine de mètres, la jetée de l'île Madame et la Tour des Baleiniers.

» De tous ces résultats, nous tirerons les conclusions suivantes, applicables seulement à la région que nous avons explorée, depuis la capitale jusqu'à la côte est de Madagascar : 1° les levés à la boussole et les tracés des lignes isogones de déclinaison magnétique semblent devoir inspirer peu de confiance, à cause des influences locales qui, très probablement, tirent leur origine de la constitution géologique du sol; 2° malgré ces causes de perturbations, les deux autres éléments magnétiques, l'inclinaison et de la composante horizontale, paraissent éprouver moins d'irrégularités que la déclinaison.

» Nos prochains travaux magnétiques, exécutés en d'autres stations de la grande île africaine, nous permettront de constater si ces deux observations doivent être limitées simplement à une zone, ou si elles s'étendent d'une manière générale à l'île de Madagascar. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De la présence d'un microbe polymorphe dans la syphilis*. Note de M. le D[r] **Golasz**.

(Commissaires : MM. Sappey, Bouchard, Duclaux.)

« En 1888, j'ai trouvé, sous forme de bâtonnets, dans des végétations syphilitiques, un bactérium rappelant par sa morphologie le bacille décrit par Koch dans la tuberculose. Les végétations en question ne présentaient aucune trace d'ulcération ou d'érosion : par conséquent, le microbe ne pouvait provenir de l'extérieur. Comme ce microbe ne se colorait pas par la méthode de Koch, je dus en conclure qu'il ne s'agissait pas du bacille de la tuberculose, mais d'une variété différente.

» En 1890, j'ai constaté, dans un cas de syphilis aiguë, suivi de mort, que le sang et les pustules étaient envahis par une quantité considérable de bâtonnets, identiques à ceux que j'avais précédemment trouvés dans les végétations syphilitiques. En outre, à côté de ces bâtonnets, existaient des cellules ovoïdes (spores) et de nombreux filaments articulés présentant une longueur moyenne de 60^{μ}.

» De l'association de ces formes, je conclus à l'existence d'un microbe polymorphe, appartenant à une espèce très voisine des Leptothrix et des Cladothrix, mais plus rapprochée de cette dernière.

» Voulant poursuivre mes observations et m'assurer qu'il s'agissait bien d'un microbe polymorphe, je cherchai à le cultiver. Ici se posait un premier problème. Devais-je employer les milieux de cultures solides, indiqués par Koch et son école, ou faire usage des milieux liquides?

» Avant Koch, Cienkowski, de Bary, van Tieghem ont étudié la biologie et la morphologie de microrganismes de la famille des Leptothrix et des Cladothrix. Van Tieghem, en particulier, a donné une belle description du bacille amylobacter, qu'il a décrit sous forme de *filaments longs et immobiles, bâtonnets courts et cellules ovoïdes*.

» Ces savants ont eu recours à des milieux de culture liquides. Pasteur a, sur ce point comme sur beaucoup d'autres, ouvert la voie aux expérimentateurs, en donnant le premier la formule d'un milieu de culture liquide. C'est en m'appuyant sur les travaux de ces illustres bactériologistes que j'ai choisi un milieu liquide.

» Frappé de cette idée que la syphilis ne se développe pas chez les animaux, j'eus d'abord recours au bouillon de chair humaine : cette première tentative fut complètement infructueuse.

» Je pensai alors à choisir un des éléments contenant, en quelque sorte, la synthèse des albuminoïdes et des sels du corps humain, la nucléine.

» Après m'être procuré de la nucléine provenant de la rate de sujets indemnes de syphilis, je fis des solutions aqueuses de cette substance et j'employai ces solutions comme terrain de culture. Le résultat, cette fois, fut satisfaisant. Le sang des malades atteints de syphilis, ensemencé dans ce liquide, donne en effet la culture pure d'un microrganisme polymorphe, qui évolue sous forme de filaments, de bâtonnets homogènes, de bâtonnets granulés, de cocci et de grandes cellules ovoïdes. Après avoir bien étudié les caractères de ces différentes formes dans les cultures pures, je repris l'étude du sang syphilitique : je retrouvai dans ce liquide exactement les mêmes formes qui se révèlent facilement à la suite d'une macération de la préparation dans l'acide phénique et d'une coloration au bleu de méthylène.

» J'ajoute, pour ne rien omettre d'important, que dans les cultures pures, fraîchement préparées, c'est-à-dire riches en nucléine, on voit pulluler les formes végétatives (filaments et bâtonnets). Quand la culture est épuisée, ces formes disparaissent progressivement, en donnant naissance aux formes ovoïdes et aux zooglées. Si l'on ajoute alors une nouvelle quantité du milieu de culture, les formes végétatives reparaissent.

» On observe dans le sang des phénomènes analogues. Quand la syphilis est en pleine évolution, on observe surtout les formes végétatives (filaments et bâtonnets); quand la médication spécifique modifie le milieu, filaments et bâtonnets disparaissent pour faire place aux cellules ovoïdes et aux zooglées, qui représentent l'état latent du microrganisme. A cette phase d'inactivité biologique du microbe, répond une phase clinique que Verneuil a bien caractérisé par le mot : *microbisme latent*.

» Les mêmes phénomènes, dus aux mêmes causes, s'observent dans toutes les maladies à évolution chronique, dont le microbe spécifique appartient aux familles des Leptothrix et des Cladothrix, c'est-à-dire dans la syphilis, la tuberculose, la lèpre, la morve. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le triangle des séquences*. Mémoire de M. DÉSIRÉ ANDRÉ. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Darboux, Poincaré, Appell.)

« 1. Prenons une permutation quelconque des n premiers nombres; sur n ordonnées équidistantes, à partir de l'axe des abscisses, portons des longueurs proportionnelles à ces nombres; joignons enfin par un trait l'extrémité de chacune de ces longueurs à l'extrémité de la suivante. Nous obtenons une ligne brisée, de $n-1$ côtés, qu'on peut regarder comme composée de suites alternatives de côtés tous montants ou tous descendants. Chacune de ces suites est une *séquence*, montante ou descendante, de la permutation.

» J'ai partagé, il n'y a pas longtemps, les permutations des n premiers nombres en deux *espèces* d'après le nombre pair ou impair de leurs séquences. J'avais antérieurement désigné par $P_{n,s}$ le nombre de celles qui présentent chacune s séquences; établi la formule fondamentale

$$P_{n,s} = sP_{n-1,s} + 2P_{n-1,s-1} + (n-s)P_{n-1,s-2},$$

et construit, à l'aide de cette formule, le triangle

2				
2	4			
2	12	10		
2	28	58	32	
2	60	236	300	122

.................................,

où le nombre $P_{n,s}$ se trouve à la rencontre de la colonne de rang s avec la ligne de rang $n-1$.

» C'est ce triangle que j'ai appelé le *triangle des séquences*. En l'étudiant successivement dans ses colonnes, dans ses lignes et dans son ensemble, j'ai trouvé des propositions nombreuses, peut-être intéressantes, dont je vais énoncer les principales.

» 2. Considérons d'abord les colonnes du triangle, et lions entre eux les nombres

$$P_{s+1,s},\quad P_{s+2,s},\quad P_{s+3,s},\quad \ldots,$$

qui composent celle de rang s, par la série entière

$$P_{s+1,s}+P_{s+2,s}z+P_{s+3,s}z^2+\ldots.$$

» I. *Cette série est convergente toutes les fois que* z, *en valeur absolue, est inférieur à l'inverse de* s.

» II. *La somme* V_s *de cette série satisfait à l'équation aux différences mêlées*

$$(1-sz)V_s=2V_{s-1}+\frac{dV_{s-2}}{dz}.$$

» III. *Cette somme* V_s *est une fraction rationnelle, dans laquelle le degré du dénominateur dépasse toujours de* s *unités celui du numérateur.*

» IV. *Si l'on pose*

$$\begin{aligned} F_{2\sigma-1}&=[1-\ z][1-3z][1-5z]\ldots[1-(2\sigma-1)z],\\ F_{2\sigma}\ &=[1-2z][1-4z][1-6z]\ldots[1-(2\sigma)\ \ z], \end{aligned}$$

le dénominateur D_s *de cette fraction est donné par la formule*

$$D_s=F_1F_2F_3\ldots F_s.$$

» V. *Les nombres composant la colonne de rang* s *forment une série récurrente proprement dite, dont l'ordre est égal à* $\sigma(\sigma+1)$ *ou à* σ^2, *suivant que* s *est égal à* 2σ *ou à* $2\sigma-1$.

» 3. Considérons maintenant les lignes du triangle; lions entre eux les nombres

$$P_{n,1},\quad P_{n,2},\quad P_{n,3},\quad \ldots,\quad P_{n,n-1},$$

qui composent la $(n-1)^{\text{ième}}$, par le polynome

$$P_{n,1}+P_{n,2}x+P_{n,3}x^2+\ldots+P_{n,n-1}x^{n-2};$$

et désignons ce polynome par $H_n(x)$, ou, plus simplement, par H_n.

» VI. *Ce polynome satisfait à l'équation aux différences mêlées*

$$H_n=[1+2x+(n-3)x^2]H_{n-1}+(x-x^3)\frac{dH_{n-1}}{dx}.$$

» VII. *L'équation*

$$H_n(x) = 0$$

est du degré $n-2$. *Si l'on désigne par* ν *la partie entière de la moitié de* n, *cette équation admet* $\nu - 1$ *fois la racine* -1; *et ses* $n-\nu-1$ *autres racines sont réelles, simples et comprises entre* -1 *et* 0.

» VIII. *Les dérivées d'ordre* $\nu-1$ *des deux polynomes consécutifs* $H_{2\nu}$ *et* $H_{2\nu+1}$ *prennent toujours, pour* $x=-1$, *des valeurs égales et de signes contraires.*

» IX. *Dans les permutations des* n *premiers nombres, si l'on désigne par* μ_n *la valeur moyenne du nombre des séquences d'une permutation, on a identiquement, pour toute valeur de* n,

$$\frac{\mu_n}{n} = \frac{2n-1}{3n};$$

et le rapport de μ_n *à* n *tend vers la limite* $\frac{2}{3}$ *lorsque* n *croît indéfiniment.*

» X. *Dans les permutations des* n *premiers nombres, si l'on désigne par* M_n *la valeur moyenne du carré du nombre des séquences d'une permutation, on a identiquement, pour toute valeur de* n *égale ou supérieure à* 4,

$$\frac{M_n}{n^2} = \frac{40n^2-24n-19}{90n^2},$$

et le rapport de M_n *à* n^2 *tend vers la limite* $\frac{4}{9}$ *lorsque* n *croît indéfiniment.*

» XI. *Dans les permutations des* n *premiers nombres, pour toute valeur de* n *égale ou supérieure à* $2k+4$, *la somme des puissances* $k^{\text{ièmes}}$ *de tous les nombres de séquences est la même pour les permutations de la seconde espèce que pour celles de la première.*

» XII. *Dans le système total formé par les permutations des* $2k+2$ *et celles des* $2k+3$ *premiers nombres, la somme des* $k^{\text{ièmes}}$ *puissances des nombres de séquences correspondant aux permutations de la seconde espèce est juste égale à la somme des* $k^{\text{ièmes}}$ *puissances des nombres de séquences correspondant aux permutations de la première.*

» 4. Considérons enfin l'ensemble du triangle, et relions-en tous les termes par la série entière, à deux variables,

$$H_2(x) + \frac{y}{1!}H_3(x) + \frac{y^2}{2!}H_4(x) + \frac{y^3}{3!}H_5(x) + \ldots.$$

» XIII. *Cette série est convergente pour toutes les valeurs de* x *et de* y *dont les modules sont l'un et l'autre inférieurs à l'unité.*

» XIV. *La somme* $\varphi(x,y)$ *de cette série, c'est-à-dire la fonction génératrice de tout le triangle, satisfait à l'équation aux dérivées partielles*

$$(x^3 - x)\frac{\partial\varphi}{\partial x} + (1 - x^2 y)\frac{\partial\varphi}{\partial y} = (1 + 2x)\varphi.$$

» XV. *Si l'on pose*

$$w = \mathrm{L}\,\frac{1+\sqrt{1-x^2}}{x} - y\sqrt{1-x^2},$$

la fonction génératrice $\varphi(x,y)$ *est donnée par la formule*

$$\varphi(x,y) = \frac{4}{x}\,\frac{e^{\frac{w}{2}} + e^{-\frac{w}{2}}}{\sqrt{1+x}}\left(\frac{e^{\frac{w}{2}} - e^{-\frac{w}{2}}}{\sqrt{1+x}}\right)^{-3}.$$

» 5. Toutes les propositions qui précèdent, la neuvième exceptée, me paraissent nouvelles. Je viens de les énoncer, sans les expliquer ni les démontrer. Je les donne, ainsi que plusieurs autres, avec les explications nécessaires et les démonstrations développées, dans le Mémoire complet. »

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations des nouvelles planètes* AX (*Wolf*, 1er *mars*) *et* AZ (*Courty*, 5 *mars*), *faites à l'équatorial coudé* ($0^{\mathrm{m}},32$) *de l'observatoire de Lyon*, par M. G. Le Cadet, présentées par M. Tisserand.

PLANÈTE AX.

Comparaisons et positions de la Planète.

Dates 1894.	Temps moyen de Paris.	Planète — Étoile. Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	α app.	Log. fact. parall.	δ apparente.	Log. fact. parall.	★
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Mars 7...	9.55.23	−3.30,96	+ 2.15,1	6:12	10.58.20,89	$9,320_n$	+ 6.57.44,5	0,749	1
9...	10.42.10	+1.16,39	+ 6.16,0	9: 9	10.56.15,40	$8,986_n$	+ 6.56.34,8	0,742	2

PLANÈTE AZ.

Mars 7...	11.18.39	+0.12,28	− 7.32,7	4: 4	9.32.56,10	8,973	+23.19.39,6	0,530	3
9...	9. 0.59	+0. 8,32	+ 0.49,5	4: 4	9.31.37,48	$9,136_n$	+23.31. 1,0	0,535	4

Positions moyennes des étoiles de comparaison.

Étoiles de comparaison.	α moy. 1894,0.	Réduction au jour.	δ moy. 1894,0.	Réduction au jour.	Autorités.
1 BD + 7°,2414	11h. 1m.50s,13	+1s,72	+ 6°.55′.37″,0	— 7″,6	BBVI + 7°,2414.
2 BD + 7,2394	10.54.57,27	+1,74	+ 6.50.26,5	— 7,7	rapp. à ½ (Paris 13379 + Gl_2 925) = 56 Lion.
3 BD + 23,2128	9.32.41,90	+1,92	+23.27.13,0	— 0,7	⅓ (W_2 9h, 648 + 2 Paris 11867).
4 BD + 23,2123	9.31.27,25	+1,91	+23.30.12,0	— 0,5	rapp. à ⅓ (W_2 9h, 645 + 2 Paris 11863) = BD 2126.

(★2 — 56 Lion).... Δα = + 4m 26,03 Δδ = + 5′ 22″,4 Comp : 4:4
(★4 — BD 2126).... Δα = — 1m 7,48 Δδ = — 1′ 34″,3 Comp : 4:4

» Remarques : *Mars* 7. — Observations bonnes; images très calmes. AX estimée 10e, AZ estimée 11e.

» *Mars* 9. — Images faibles et diffuses.

» Ces observations ont été faites au moyen du micromètre à fils fins brillants qui ne comporte que de forts grossissements. Grandeur : 600. »

ASTRONOMIE. — *Observation de la planète* 1894 AZ, *faite au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux;* par M. L. Picart (transmise par M. G. Rayet.)

« La planète AZ, découverte à l'observatoire de Bordeaux le 5 mars par M. F. Courty, n'a pu être observée qu'une seule fois par suite du mauvais temps. La position obtenue est la suivante :

Planète AZ, Courty.

Date 1894.	Étoile.	Temps sidéral de Bordeaux.	ΔA planète.	ΔS planète.	Observ.
Mars 7	1	7h31m25s,69	+2m3s,50	+11′21″,40	L. Picart

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1894,0.

Étoile.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.	Catalogue et autorité.
1...	9h30m55s,06	+1s,91	66°29′40″,9	+0″,61	⅓ [Paris 11827. — A.G.Z Berlin zone 79.16 et zone 82.12]

Position apparente de la planète AZ.

Date 1894.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
Mars 7...	$8^h 29^m 16^s,1$	$9^h 33^m 0^s,47$	$-\bar{1},363$	$66°41'2'',9$	$-0,552$

ASTRONOMIE — *Observations de planètes, faites à l'observatoire de Toulouse (équatorial Brunner)*; par M. F. **Rossard**, présentées par M. Tisserand.

Dates 1894.	Planètes.	Étoiles.	Gr.	Planète — Étoile ΔR.	Planète — Étoile Δ Décl.	Nombre de compar.
				m s	′ ″	
Févr. 16.....	AV	*a*	8,0	+1. 1,59	−4. 1,4	18:20
16.....	AV	*a*	8,0	+0.59,77	−3.53,8	18:20
16.....	AV	*a*	8,0	+0.58,45	−3.48,4	16:12
Mars 5.....	AX	*b*	9,1	−1.33,24	+3.10,8	18:20
5.....	AY	*c*	8,9	−1. 2,32	−4.52,6	18:20
7.....	AY	*d*	8,9	−0.30,76	+4.30,6	18:20
9.....	AY	*e*	9,0	−1.49,58	−4.45,1	18:20
7.....	AZ	*f*	9,0	+0.12,56	−7.33,6	18:20
8.....	AZ	*f*	9,0	−0.24,47	−2.17,3	10: 4
9.....	AZ	*g*	7,0	+0.34,19	+1.30,0	18:20
9.....	BA	*h*	8,0	+0.38,74	+5.23,0	18:20

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1894.	Étoiles.	Ascens. droite moyenne 1894,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1894,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Févr. 16..	*a* 2147 BD + 22°	9.52.34,87	+1,89	+22.49. 3,3	−3,2	$Weisse_2$ 1077-8
Mars 5..	*b* 2414 BD + 7	11. 1.50,12	+1,70	+ 6.55.37,0	−8,3	Bonn t. VI
5..	*c* 2474 BD + 5	11.12. 7,08	+1,69	+ 4.54. 4,8	−8,8	$Weisse_1$ 160
7..	*d* 2469 BD + 5	11.10.11,21	+1,71	+ 5. 3.37,9	−8,4	$Weisse_1$ 120
9..	*e* 2468 BD + 5	11.10. 3,03	+1,72	+ 5.32. 6,3	−8,0	$Weisse_1$ 116
7..	*f* 2128 BD + 23	9.32.41,71	+1,92	+23.27. 9,1	−0,7	$Weisse_2$ 648
8..	*f* 2128 BD + 23	9.32.41,71	+1,91	+23.27. 9,1	−0,7	$Weisse_2$ 648
9..	*g* 2120 BD + 23	9.30.55,20	+1,90	+23.30.17,4	−0,4	$Weisse_2$ 606
9..	*h* 2273 BD + 11	10.38.51,12	+1,79	+10.55.59,8	−6,5	$Weisse_1$ 656

Positions apparentes des planètes AV-AX-AY-AZ-BA.

Dates 1894.	Planètes.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
		h m s	h m s		° ′ ″	
Févr. 16....	AV	9.54.17	9.53.38,35	$\bar{1},403_n$	+22.44.58,7	0,546
16....	AV	10.39.49	9.53.36,53	$\bar{1},233_n$	+22.45. 6,3	0,511

Dates 1894.	Planètes.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
		h m s	h m s			
Févr. 16....	AV	11.10.24	9.53.35,21	$\bar{1},043_n$	+22°.45′.11″,7	0,529
Mars 5....	AX	12. 1.46	11. 0.18,58	$\bar{2},000_n$	+ 6.58.39,5	0,720
5....	AY	12.34.48	11.11. 6,45	$\bar{2},524$	+ 4.49. 3,4	0,741
7....	AY	11.19.25	11. 9.42,16	$\bar{2},951_n$	+ 5. 8. 0,0	0,740
9....	AY	11.25.40	11. 8.15,17	$\bar{2},775_n$	+ 5.27.13,2	0,735
7....	AZ	11. 2.42	9.32.56,19	$\bar{2},810$	+23.19.34,8	0,484
8....	AZ	8. 6.24	9.32.19,15	$\bar{1},428_n$	+23.24.51,1	0,541
9....	AZ	12.28.26	9.31.31,29	$\bar{1},394$	+23.31.47,0	0,530
9....	BA	12. 1.10	10.39.31,65	$\bar{2},781$	+11. 1.16,3	0,676

ASTRONOMIE. — *Phénomènes solaires observés pendant les* 3e *et* 4e *trimestres* 1893, *à l'observatoire du Collège romain.* Lettre de M. **P. Tacchini** à M. le Président.

« Rome, 7 mars 1894.

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie les résultats que j'ai obtenus sur la distribution en latitude des phénomènes solaires, d'après des observations faites pendant les 3e et 4e trimestres 1893, et qui se rapportent à chaque zone de 10° dans chaque hémisphère du Soleil.

1893. Latitudes.	Protubérances. — 3e trimestre.		Facules. — 3e trimestre.		Taches. — 3e trimestre.	
90° + 80°	0,000					
80 + 70	0,011					
70 + 60	0,011					
60 + 50	0,011					
50 + 40	0,042	0,426	0,000		0,006	
40 + 30	0,111		0,017		0,006	
30 + 20	0,115		0,068	0,442	0,061	0,400
20 + 10	0,069		0,184		0,200	
10 + 0	0,066		0,173		0,127	
0 — 10	0,057		0,109		0,127	
10 — 20	0,076		0,177		0,279	0,600
20 — 30	0,107		0,184	0,558	0,176	
30 — 40	0,081		0,085		0,018	
40 — 50	0,021	0,574	0,003		0,000	
50 — 60	0,110					
60 — 70	0,115					
70 — 80	0,007					
80 — 90	0,000					

1893. Latitudes.	Protubérances. — 4e trimestre.		Facules. — 4e trimestre.		Taches. — 4e trimestre.	
90° + 80°	0,000					
80 + 70	0,000					
70 + 60	0,000					
60 + 50	0,011					
50 + 40	0,016	0,394	0,000			
40 + 30	0,069		0,020		0,000	
30 + 20	0,149		0,106	0,463	0,070	0,421
20 + 10	0,091		0,192		0,219	
10 + 0	0,058		0,145		0,132	
0 — 10	0,061		0,184		0,228	
10 — 20	0,066		0,208		0,237	
20 — 30	0,121		0,106	0,537	0,105	0,759
30 — 40	0,088		0,031		0,009	
40 — 50	0,028	0,606	0,008			
50 — 60	0,063					
60 — 70	0,168					
70 — 80	0,011					
80 — 90	0,000					

» Tous les phénomènes présentent une plus grande fréquence dans les zones australes, comme dans le semestre précédent : mais il faut noter que, pour les facules et les taches, la fréquence a été presque la même dans les deux hémisphères pendant les mois de novembre et décembre. Les maxima de fréquence des facules et des taches ont continué dans les zones ($\pm 10° \pm 20°$), tandis que, pour les protubérances, les maxima se trouvent à des latitudes plus élevées.

» Je dois faire remarquer la singulière persistance du maximum des protubérances entre $-50°$ et $-70°$, qui a été déjà notée dans le 3e trimestre, et qui est précédée par un minimum bien marqué dans la zone ($-40° -50°$). La plus grande activité dans l'hémisphère austral se trouve encore confirmée par ce fait, que les protubérances les plus belles et les plus hautes ont été presque toutes observées au sud de l'équateur solaire, ce qui démontre qu'en dehors de la rotation solaire il y a des causes encore inconnues, qui font varier fortement l'activité solaire par latitude et par hémisphère.

» Pendant le 3e trimestre, nous n'avons pas observé d'éruptions; et dans le 4e trimestre, on trouve des indices d'éruption à $+21°,7$ et $+22°,6$ à l'est le 25 et le 26 décembre seulement. »

PHYSIQUE. — *Sur la dépression capillaire barométrique.* Note de M. C. **Maltézos**, présentée par M. A. Cornu.

« La dépression cherchée du sommet est

$$(1)\qquad h = \frac{2a^2}{b},$$

$2a^2$ étant la constante capillaire, et b le rayon de courbure au point culminant du ménisque. Si l'on prend la tangente à ce point de la méridienne du ménisque pour axe de x, et l'axe du tube barométrique (cylindrique) mené de haut en bas pour axe de z, et si l'on désigne par l le rayon du tube et q la hauteur de la flèche, en intégrant [1] l'équation de Laplace (ou de Gauss) par la série de Maclaurin, on aura, au signe du second membre près

$$(2)\quad \left\{ \begin{aligned} q = h\Bigg[&\left(\frac{l}{2a}\right)^2 + \left(1 + \frac{h^2}{a^2}\right)\frac{1}{(2!)^2}\left(\frac{l}{2a}\right)^4 + \left(1 + 10\frac{h^2}{a^2} + \frac{9}{2}\frac{h^4}{a^4}\right)\frac{1}{(3!)^2}\left(\frac{l}{2a}\right)^6 \\ &+ \left(1 + 82\frac{h^2}{a^2} + \frac{315}{2}\frac{h^4}{a^4} + 45\frac{h^6}{a^6}\right)\frac{1}{(4!)^2}\left(\frac{l}{2a}\right)^8 \\ &+ \left(1 + 652\frac{h^2}{a^2} + 3871\frac{h^4}{a^4} + 3780\frac{h^6}{a^6} + \frac{1575}{2}\frac{h^8}{a^8}\right)\frac{1}{(5!)^2}\left(\frac{l}{2a}\right)^{10} + \ldots\Bigg]. \end{aligned} \right.$$

» Cette série n'est pas toujours convergente. En effet, quand le diamètre $2l$ du tube est très petit, les puissances de $\frac{l}{2a}$ sont des petites quantités, mais par contre les coefficients sont beaucoup plus grands, et si l diminue ceux-ci augmentent beaucoup plus rapidement et la série diverge.

» Mais, pour les rayons l égaux à 2^{mm}, le calcul nous montre que la série converge rapidement. On pourra donc pour $l \geqq 2^{mm}$ prendre en première approximation

$$q = h\left[\left(\frac{l}{2a}\right)^2 + \frac{1}{(2!)^2}\left(\frac{l}{2a}\right)^4 + \frac{1}{(3!)^2}\left(\frac{l}{2a}\right)^6 + \ldots\right].$$

» La nouvelle série se rattache aux fonctions de Bessel; en effet, cette

---

[1] Il paraît que cette solution a été donnée pour la première fois par M. Quet (*Rapport sur le progrès de la capillarité*, 1869). Quet s'était arrêté au terme en $\left(\frac{l}{2a}\right)^8$.

équation s'écrira

(3) $$q = h\left[J_0\left(\frac{il}{a}\right) - 1\right].$$

» On peut maintenant, connaissant a^2, q, l, calculer h en première approximation par l'équation (3). Appelons cette valeur h_1. En remplaçant h par h_1 dans les coefficients de l'équation (2), on trouve finalement h. De cette manière, j'ai calculé diverses dépressions barométriques par les données des Tables de Delcros ($2a^2 = 6,5278$), rapportées par Quetelet ([1]), et j'ai trouvé une concordance parfaite.

» Prenons la dérivée de deux membres de l'équation (3) (où à la place des q on pose z et x), et nous aurons

$$\frac{dz}{dx} = h\frac{dJ_0\left(\frac{ix}{a}\right)}{dx} = \frac{hi}{a}\frac{dJ_0\left(\frac{ix}{a}\right)}{d\left(\frac{ix}{a}\right)}$$

et, d'après la formule connue de la théorie des fonctions besséliennes

$$\frac{dJ_0(x)}{dx} = - J_1(x),$$

on aura

(4) $$\left(\frac{dz}{dx}\right)_{x=l} = -\frac{ih}{a}J_1\left(\frac{il}{a}\right).$$

» D'autre part, on a au même degré d'approximation la formule

(5) $$\left(\frac{dz}{dx}\right)_{x=l} = 4\,\mathrm{tang}\left(\frac{\pi}{8} - \frac{\alpha}{4}\right)e^{-4\sin^2\left(\frac{\pi}{8}-\frac{\alpha}{4}\right)},$$

où α est l'angle de raccordement. En comparant les formules (4) et (5), il vient

(6) $$-\frac{ih}{a}J_1\left(\frac{il}{a}\right) = 4\,\mathrm{tang}\left(\frac{\pi}{8} - \frac{\alpha}{4}\right)e^{-4\sin^2\left(\frac{\pi}{8}-\frac{\alpha}{4}\right)}.$$

» J'ai calculé par cette formule approximative les Tables données par Bravais ([2]) ($2a^2 = 6,528$), en suivant la méthode des quadratures indiquée par Laplace. La différence entre mes nombres et ceux du Tableau de Bravais est à peine de quelques microns (1^μ à 5^μ), excepté toutefois pour $l = 2^{mm}$, où la différence accusée va jusqu'à $0^{mm},05$.

([1]) *Mémoires de l'Académie de Bruxelles*, 1838.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. V, 1842.

» Il faut noter que les constantes de Delcros et de Bravais ne diffèrent que de $0^{mm},0002$. Malheureusement la constante dans un même tube, bien calibré et de chambre sans aucune trace d'air, varie surtout avec la température suivant une loi encore inconnue.

» Si nous revenons à la formule (2), nous voyons que $2a^2$ augmente, quand q augmente. C'est ce qui a été vérifié par l'expérience. En effet, en cherchant les valeurs de $2a^2$ qui correspondent aux nombres du Tableau expérimental de M^lle^ Gutkowska, j'ai trouvé par des interpolations que, pour $q = 0^{mm},4$, $2a^2$ était égal à 4,147 pour dépasser 6, quand q devient égal à $1^{mm},6$.

» Il faut donc laisser de côté toutes les Tables et les formules capillaires (vu la difficulté de déterminer $2a^2$ pour chaque appareil et pour les diverses températures), et se contenter de la méthode pratique qui consiste à prendre la valeur moyenne h_0, donnée par la comparaison du baromètre en question avec un baromètre normal, pendant une quinzaine de jours. Mais le mieux serait que cette comparaison ait lieu pendant des jours de diverses températures et pressions atmosphériques, pour pouvoir former une Table empirique, pour chaque baromètre, de la dépression moyenne correspondant à chaque valeur de q (de 0,1 à 0,1 de millimètre. »

OPTIQUE. — *Achromatisme et chromatisme des franges d'interférence*. Note de M. J. **Macé de Lépinay**.

« MM. Cornu, Mascart, Lord Rayleigh, ont étudié les phénomènes d'achromatisme que présentent les franges d'interférence, en lumière blanche, sous l'influence du pouvoir dispersif des milieux interposés entre la source et l'œil de l'observateur. Je me propose de compléter sur quelques points les résultats de ces travaux, en étudiant les colorations des franges au voisinage des régions achromatisées.

» Supposons que les franges observées, de forme quelconque, soient nettes dans toute l'étendue d'un certain plan (trou éclairant). Soit φ la différence de phase, pour une radiation λ, des deux mouvements vibratoires qui se superposent en un certain point du plan, et A_λ^2 leur intensité commune; φ est une fonction des coordonnées ξ, η du point et de λ. L'intensité du mouvement vibratoire résultant étant $4A_\lambda^2 \cos^2 \frac{\varphi}{2}$, la composition

de la radiation complexe qui illumine ce point peut être représentée symboliquement par

$$C = \sum 4 A_\lambda^2 \cos^2 \frac{\varphi}{2}.$$

La composition de cette radiation, et par suite les impressions physiologiques d'intensité et de couleur qui en résultent dépendent uniquement de la relation qui lie φ à la longueur d'onde λ, ou à l'inverse de cette dernière $x = \frac{1}{\lambda}$.

» Dans un appareil interférentiel normal, c'est-à-dire ne contenant aucun milieu dispersif, cette relation est de la forme

$$(1) \qquad \varphi = 2\pi(\delta_1 x + \varepsilon),$$

δ_1 et ε étant indépendants de x, le premier variable d'un point à l'autre, le second en général identique pour tous les points du plan. Cette équation, où l'on regarde φ et x comme des coordonnées, est celle d'une droite. Il importe, pour la suite, de remarquer qu'à des valeurs de ε de la forme $\varepsilon = \varepsilon_0 + k$ (¹), k étant un nombre entier quelconque, correspond la même proportion $\cos^2 \frac{\varphi}{2} = \cos^2 \pi(\delta_1 x + \varepsilon_0)$ de chaque radiation simple, et par suite la même composition de la radiation complexe éclairante.

» Pour abréger, nous appellerons *teintes de* $p^{\text{ième}}$ *ordre* les teintes, variables avec ε, qui peuvent coïncider avec la $p^{\text{ième}}$ frange ($\delta_1 = p\lambda_0$) de la radiation la plus intense du spectre ($\lambda = \lambda_0$), dans un appareil interférentiel normal.

» Dans le cas d'un appareil interférentiel comprenant des milieux dispersifs, la relation qui lie φ à x définit une courbe. Toutefois, si nous remarquons que l'intensité lumineuse décroît très rapidement dans le spectre, de part et d'autre du maximum, nous pourrons, dans un grand nombre de cas, confondre cette courbe avec sa tangente au point $x = x_0 = \frac{1}{\lambda_0}$ (²), et écrire

$$(2) \qquad \varphi = \varphi_0 + \left(\frac{d\varphi}{dx}\right)_0 (x - x_0).$$

(¹) Dans le cas des anneaux de Newton ou des trois miroirs de Fresnel $\varepsilon = \pm \frac{1}{2}$.

(²) J'aurai l'occasion, dans une prochaine Communication, de revenir sur cette approximation, et de montrer dans quelles limites elle est permise.

Posant alors

$$(3) \qquad \left(\frac{d\varphi}{dx}\right)_0 = 2\pi\delta_1 = 2\pi p\lambda_0 = \frac{2\pi p}{x_0},$$

$$(4) \qquad \varphi_0 - x_0\left(\frac{d\varphi}{dx}\right)_0 = 2\pi\varepsilon,$$

les équations (1) et (2) deviennent identiques. On se trouve pouvoir assimiler la teinte obtenue au point considéré à celle qui correspond à la $p^{\text{ième}}$ frange d'un phénomène d'interférence normal caractérisé par une certaine valeur de ε donnée par (4) ou par

$$(5) \qquad \varepsilon = \frac{\varphi_0}{2\pi} - p.$$

» L'équation (3), où l'on suppose que p a une valeur donnée, et où φ est une fonction de ξ, η, définit un certain lieu que nous appellerons *courbe de chromatisme d'ordre p*. L'une de ces courbes ($p = 0$) est la courbe d'achromatisme de Lord Rayleigh.

» Une discussion facile conduit aux résultats suivants :

» 1° *La composition de la radiation éclairante et, par suite, les intensités et les colorations se reproduisent périodiquement le long d'une même courbe de chromatisme.*

» Si l'on suppose, en particulier, p entier, à tous les points d'une pareille courbe définis par la condition

$$\varphi_0 = 2\pi q,$$

q étant un nombre entier, correspond une valeur entière, $q - p$, de ε. Les intensités et les colorations sont assimilables à celles de la $p^{\text{ième}}$ frange (brillante) des franges normales à centre blanc. De même, en tous les points définis par la condition $\varphi_0 = (2q + 1)\pi$, les teintes sont celles de la $p^{\text{ième}}$ frange (sombre) des franges normales à centre noir.

» 2° *Le long d'une même frange* ($\varphi_0 = \text{const.}$), *les intensités et les colorations varient d'une manière continue.* En particulier, une frange brillante ($\varphi_0 = 2q\pi$) quelconque est assimilable à la frange centrale des deux miroirs de Fresnel, aux points où elle rencontre la courbe d'achromatisme; aux franges brillantes successives du même appareil, aux points où elle rencontre les courbes de chromatisme d'ordre ± 1, ± 2, ...; aux franges brillantes successives des trois miroirs de Fresnel, aux points où elle rencontre les courbes de chromatisme d'ordre $\pm \frac{1}{2}$, $\pm \frac{3}{2}$, ...

» *Application.* — L'expérience des anneaux de Newton vus à travers un prisme fournit un remarquable exemple de ces phénomènes. Je supposerai que les anneaux (lame d'air) soient examinés sous une incidence presque normale, à travers un prisme de petit angle. Si m est l'indice du prisme, u son angle au sommet, a sa distance à la lame mince, R le rayon de la surface convexe qui limite cette dernière, le calcul, calqué sur celui de Lord Rayleigh (1), conduit aux résultats suivants :

» Les courbes de chromatisme sont des circonférences concentriques. Le rayon r_0 de la courbe d'achromatisme est donné par

$$r_0 = -au\lambda_0\left(\frac{dm}{d\lambda}\right)_0.$$

Cette courbe passe par le centre apparent des anneaux. Le rayon de l'une ou l'autre courbe de chromatisme d'ordre p est donné par

$$r_p^2 = r_0^2 \pm \mathrm{R}p\lambda_0 = r_0^2 \pm \rho_p^2,$$

ρ_p étant le rayon du $p^{\text{ième}}$ anneau.

» La figure obtenue dans les conditions suivantes : rayon du dix-huitième anneau, 24^{mm}; rayon de la circonférence d'achromatisme, 12^{mm}; franges supposées indistinctes au delà des courbes de chromatisme de troisième ordre, est à peu près identique à celle qui a été dessinée par Newton (2). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Emploi de l'électricité pour suivre les phases de certaines réactions chimiques.* Note de M. **Jules Garnier**.

« J'ai exécuté, aux ateliers de M. Hillairet, ingénieur électricien à Paris, quelques expériences dans le but d'utiliser l'électricité pour se rendre compte des phases de certaines opérations métallurgiques, mesurer leur durée et leur intensité. Comme j'ai la pensée que cette méthode est applicable à un grand nombre de cas, il m'a paru intéressant de faire connaître les premiers résultats obtenus.

» Je plaçai, dans un tube en terre réfractaire, de l'oxyde de nickel en poussière, mêlé de charbon de bois; deux barres cylindriques d'acier doux, pénétrant dans le tube par ses extrémités, venaient presser entre elles le mélange, dont l'épaisseur était de quelques centimètres. Cet ensemble fut disposé horizontalement dans un petit four à réverbère, chauffé au coke, pendant que les deux barres d'acier étaient placées dans le circuit d'un courant électrique. Tout d'abord la résistance opposée au courant

(1) *Philos. Mag.*, (5), t. XXVII, p. 189; 1889.

(2) *Optique*, planche II du Livre II.

était absolue : pendant que l'ampérage était nul, le voltmètre marquait 50; mais, après quinze minutes de chauffe, les aiguilles se mirent en mouvement, l'ampérage s'éleva peu à peu, le voltage diminua, de sorte que, à un moment donné, j'eus près de 50 ampères et presque pas de résistance. Après un instant d'équilibre dans ce dernier état, les aiguilles des ampères et des volts revinrent peu à peu à leur position primitive, pour se fixer à 45 volts environ, et 1 ou 2 ampères.

» Ces variations progressives du courant électrique, tantôt dans un sens et tantôt dans l'autre, indiquent les réactions accomplies dans l'oxyde de nickel mélangé de charbon. Au début, ce mélange s'est opposé au passage du courant; au moment où la réduction à l'état de métal a commencé à se produire, le courant a passé d'abord faiblement, puis de plus en plus aisément, en sorte que, au moment précis où le nickel réduit a formé une sorte de chaîne ininterrompue de l'anode à la cathode, le voltage a été nul. C'est alors que la carburation du nickel métallique a commencé à se produire : les aiguilles des appareils à mesurer les volts et les ampères l'ont indiqué par leur mouvement en sens inverse du mouvement primitif; la résistance est même devenue considérable, au moment où les particules de nickel carburé, c'est-à-dire aisément fusible, se sont réunies en globules.

» Dans une autre expérience où j'ai opéré sur un mélange d'oxyde de cuivre, de nickel et de fer, malgré la complexité du mélange, les variations d'intensité du courant électrique ont bien indiqué les phases successives de réduction des trois métaux.

» Une des conclusions à tirer de ces expériences est que l'on peut suivre électriquement la marche d'un certain nombre d'opérations métallurgiques, notamment le raffinage des métaux dont les pouvoirs conducteurs varient à mesure que la composition se modifie. Un chef d'usine, par exemple, pourrait suivre de son bureau, sur les aiguilles d'ampèremètres et de voltmètres, les phases de la fabrication de l'acier sur sole, du raffinage d'un bain de cuivre, de nickel ou d'autres métaux. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude des levures.* Note de MM. **P. Hautefeuille** et **A. Perrey**, présentée par M. L. Troost.

« Nous avons entrepris l'étude des levures qui interviennent dans le cuvage de divers vins des côtes de Nuits et de Beaune. Ces levures peuvent, à une ou deux exceptions près, être classées, suivant les allures qu'elles communiquent à la fermentation, dans trois groupes.

» Les levures du premier groupe sont des levures apiculées. Ce sont elles qui, dès l'origine, conduisent la fermentation de la cuve et, dans quatre cas sur douze, elles l'ont achevée. Dans les huit autres cas, la cuve étant maintenue à la température de 30°, la fermentation a été terminée par des levures du deuxième groupe, levures ellipsoïdes plus actives que les premières. La substitution a été complète, dans le moût en fermentation tumultueuse, en moins de 48^h; ou plus exactement, tandis que, dans la première période de la fermentation, les prises de moût ensemencées sur gélatine donnaient exclusivement des colonies de levures apiculées, dans la seconde période elles donnaient exclusivement des colonies de levures ellipsoïdes du deuxième groupe. Ce fait paraît explicable par l'observation suivante :

» La fécondité de certaines levures apiculées en moût de raisin, à la température de 28°, s'épuise après un certain nombre de générations : ainsi, une levure avait servi à vingt ensemencements successifs, tous féconds; la levure du vingtième tube a été ensemencée dans trois tubes, dont un seul a été fertile; celui-ci a servi à en ensemencer dix qui tous ont été stériles.

» Les levures que nous avons classées dans le troisième groupe sont ellipsoïdes. Dans le moût de raisin neutralisé ou très peu acide, elles se comportent plutôt à la manière des levures hautes et prennent une coloration variant du rose au rouge vineux foncé. Nous les avons rencontrées dans dix cuves : elles paraissaient y jouer un rôle peu actif; une fois cependant, nous avons vu une levure de ce groupe conduire seule la fermentation.

» La coloration de ces levures, qui a son siège dans la membrane cellulaire, est due, chez les unes, à la production d'une couche uniformément colorée en rose ou en rouge brique, chez d'autres à la production de très petites verrues rouge foncé, rares d'abord, qui se multiplient, se resserrent et se joignent enfin pour former une couche continue.

» Dans les levures de ce groupe, on reconnaît dès le très jeune âge de la cellule, au sein du protoplasma hyalin, l'existence d'un petit globule sphérique fortement réfringent. Pendant la période la plus active de la vie cellulaire, ce globule augmente de volume rapidement jusqu'à 2 ou 3μ, donnant à la cellule un aspect caractéristique. Plus tard, dans la masse granuleuse du protoplasma vieilli, il persiste, aisément reconnaissable à sa réfringence et à son volume.

» Si la levure fraîche est transportée sur un morceau de craie humide,

ce globule prend des dimensions de plus en plus considérables et finit par remplir presque totalement la cavité cellulaire ([1]). Il s'échappe enfin, dès longtemps pourvu d'une membrane (souvent colorée en rouge). Son protoplasma, jusqu'à ce moment resté hyalin, se différencie peu après en spores très petites, très nombreuses. La membrane du sporange se rompt à son tour, mettant les spores en liberté.

» La sporulation se fait donc suivant le mode observé par M. Engel chez les levures apiculées.

» Si, au contraire, les cellules, dont le sporange a presque rempli déjà la capacité, sont replacées en moût de raisin, le sporange perd rapidement ses dimensions, sans jamais disparaître, et la cellule reprend le même aspect qu'elle avait avant d'être enlevée au milieu nutritif.

» Les faits que nous avons observés constituent une véritable préparation à la sporulation pendant la période la plus active de la vie cellulaire.

» Du reste, nous avons eu occasion de reconnaître que la sporulation pouvait se faire dans un milieu même très favorable à la nutrition de la cellule : nous avons rencontré une levure (étrangère aux trois groupes actuellement visés) qui, dans le moût de raisin, à la température de 25° et dès les premiers jours de la fermentation, se multiplie par spores aussi activement que par bourgeons. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les spectres d'étincelle de quelques minéraux (sulfures métalliques).* Note de M. **A. de Gramont**, présentée par M. Friedel.

« Plusieurs minéraux, tels que la galène et la pyrite, sont assez bons conducteurs de l'électricité pour qu'on puisse obtenir facilement l'étincelle d'une bobine d'induction entre deux de leurs fragments. Je me suis proposé d'étudier les spectres électriques ainsi produits et de rechercher dans cette manière d'opérer, sinon une méthode générale d'investigation, du moins un caractère spécifique important pour le diagnostic des minéraux conducteurs et des minerais métalliques.

» Les deux fragments du minéral examiné, aussi petits que possible, étaient saisis

([1]) Lorsque la cellule fille, au lieu de se détacher de la cellule mère, a grandi avec elle dans le moût nutritif, de manière à en former comme un prolongement, on trouve deux globules sous une seule enveloppe cellulaire.

entre des pinces à bout de platine opposées par le sommet, mobiles le long d'un support vertical, et communiquant avec les pôles d'une bobine d'induction. Celle-ci appartenait au type construit pour l'inflammation des moteurs à gaz, et les résistances du fil inducteur et du fil induit étaient respectivement de $0^{ohm},29$ et de 3235 ohms.

» Cette bobine était actionnée par six éléments au bichromate à vase poreux et zinc intérieur. Un condensateur d'environ 19^{dmq} de surface, formé de quatre petites bouteilles de Leyde, rendait l'étincelle courte et chaude, en reliant ses armatures avec les deux pôles de la bobine.

» Cette étincelle, très lumineuse et courte, était étudiée avec un spectroscope ordinaire de laboratoire à un prisme, en flint lourd de densité 4,72 et d'indice pour la raie D : 1,7561; conditions se rapprochant beaucoup de celles où avaient été produits les spectres du grand Ouvrage de M. Lecoq de Boisbaudran [1], et dont la comparaison était simplifiée par l'identité des échelles micrométriques employées. Les lectures faites sur le micromètre étaient transformées en longueurs d'onde au moyen d'une courbe de graduation de l'instrument, préalablement construite à l'aide de raies connues.

» On employait aussi pour le même usage une Table numérique correspondante.

» Les spectres mesurés et dessinés étaient comparés à ceux de M. Lecoq de Boisbaudran pour les métaux et à ceux du *Traité de Spectroscopie* de M. Salet pour les métalloïdes, en tenant compte des raies de l'air qui formaient un spectre très voisin de celui décrit par M. Lecoq de Boisbaudran sous le nom d'*étincelle longue, sans condensateur,* ou *trait de feu*.

» Dans les expériences qui suivent, les seules raies de l'air qui aient persisté, au milieu de celles des éléments du minéral d'où jaillissait l'étincelle, étaient d'abord $H\alpha (\lambda = 656)$, $Az\beta (\lambda = 567)$, $Az\alpha (\lambda = 500)$ et en second lieu, très peu visibles, $Az\delta (\lambda = 593)$, $Az\gamma (\lambda = 517)$. Nébuleuses sur les bords, elles faisaient contraste avec la netteté des raies métalliques obtenues avec les minéraux.

» Je me bornerai à énumérer, dans ce qui va suivre, les raies les plus caractéristiques en les désignant par les mêmes lettres que M. Lecoq de Boisbaudran, bien que, par suite de l'emploi du condensateur, l'intensité relative des raies ne soit pas maintenue, surtout dans le violet où elle est augmentée par la chaleur plus grande de l'étincelle. Les chiffres entre ( ) expriment les longueurs d'onde en millionièmes de millimètre.

» J'ai commencé par l'étude des sulfures, qui donnent de beaux spectres, plus complets et plus intenses que les métaux eux-mêmes; la blende seule paraît faire exception.

» *Galène :* PbS. Pierrefitte.— Donne le spectre complet du plomb; les principales

---

[1] *Spectres lumineux*. Paris, 1874.

raies sont ε(600), γ(560), ζ(537), δ(520), β(500), puis deux raies très renforcées par le condensateur : (438)(424) et enfin la plus caractéristique α(405).

» *Pyrite :* FeS^2. Corse.— Fournit un plus beau spectre du fer que les chlorures usités généralement. On a : κ(591), θ(561)(557), ε(543)(540)(548), α(532)(526)(523), δ(519)(517)(514), β(496)(492), ζ(490)(489)(487), γ(440)(438), η(432)(430), λ(427).

» *Chalcosine :* Cu^2S. Toscane.— Très belles raies du cuivre γ(578), δ(570), α_1(522), β(515), α_2(510).

» *Chalcopyrite :* (CuFe)S. Baïgorry. — Les raies du cuivre sont prédominantes et éteignent de leur éclat les raies du fer qui apparaissent dans le fond, renforcées par addition sur les pinces d'une goutte d'HCl.

» *Argyrose :* Ag^2S. Bohême. — Raies intenses de l'argent α(546), β(520) et (467) faible.

» *Cinabre :* HgS. Almaden.— Belles raies du mercure γ(579)(577), α(546), β(436), δ(404).

» *Haüérite :* MnS. Sicile. — Mauvaise conductrice, donne, seulement après avoir été humectée d'HCl, les raies du manganèse, vives mais fugitives, entre autres β(602), α triple (482)(478)(476).

» *Blende :* ZnS. (Ariège). — Ne conduit pas. Un seul échantillon, à gangue calcaire, m'a donné passagèrement les raies du zinc : β(636), α(481), γ(472), δ(468), avec celles du calcium, en l'humectant d'HCl. Ces raies du zinc, et en outre (463) apparaissent, au contraire, facilement et avec beaucoup d'intensité, dans les autres minéraux même faiblement zincifères, mais plus conducteurs.

» *Stannine :* $2(Cu^2, Fe, Zn)S.SnS^2$. Cornouailles. — Donne les raies du cuivre, celles du zinc (bien que contenant moins de 4 pour 100 de ce métal) et la raie de l'étain α(452). Les raies du fer, peu visibles, augmentent passagèrement en nombre et en intensité par l'addition d'HCl.

» *Bismuthine :* BiS. Bamle, Norwège.— S'obtient facilement même sans condensateur; on a les raies du bismuth : β(555), γ(521), ε(515), α(472), δ(412) et la raie du plomb Pbα, qui indiquerait un passage à la *cosalite*, $2PbS.Bi^2S^3$.

» *Stilbine :* Sb^2S^3. Corse. — Bien que mauvaise conductrice finit par donner les raies de l'antimoine γ(613), δ(608), α(600), ζ(591), quand l'étincelle produit un grillage du minéral.

» *Réalgar :* AsS. (Banat).— Mauvais conducteur, avec HCl donne les raies de l'arsenic β(565), α_1(556), α_2(550), γ(533), mais difficilement. L'*orpiment* As^2S^3 ne donne rien.

» Séléniure. — *Zorgite :* (Pb.Cu)Se. (Andes). — Se comporte comme un sulfure, donnant facilement les spectres du cuivre et du plomb. Il se forme sur les pinces l'enduit couleur de brique caractéristique du sélénium.

» Tellurure. — *Tétradymite :* BiTe. — Donne facilement le spectre du bismuth et, en plus, les principales raies du tellure : (604), β(597), (585), γ(575), δ(571), ε(565), θ(522).

» Quelques métaux ou *corps simples natifs* ont aussi été étudiés; nous citerons :

» L'*or* (Philippines) donne les raies α(583), β(527), γ(479), δ(523), ε(506), ζ(565) et les raies de l'argent.

» L'*argent*. Mêmes raies que l'argyrose.

» Le *cuivre* et le *bismuth* natifs donnent les mêmes spectres que les sulfures correspondants.

» L'*arsenic* (Cumberland) donne facilement les raies : ε(617), (611), (602), β(565), α_1(556), α_2(550), γ(533). Il se forme des globules blancs d'acide arsénieux.

» L'*antimoine* (Canada) dégage pendant l'expérience des fumées blanches caractéristiques, donne facilement un spectre assez fugitif : γ(612), δ(607), α(600), ζ(591), ε(563), η(516). Résultats améliorés par l'addition de HCl.

» Les sulfoarséniures et sulfoantimoniures donnant de bons spectres, j'espère pouvoir présenter dans une prochaine séance les résultats de recherches en cours d'exécution sur ces classes de minéraux. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Influence du temps sur l'absorption de l'oxyde de carbone par le sang* (¹). Note de M. **N. Gréhant**, présentée par M. Larrey.

« Dans les recherches intéressantes que M. de Saint-Martin a publiées sur la respiration, j'ai lu un passage qui me concerne personnellement. « M. Gréhant a omis, dit-il, de faire intervenir dans ses essais un facteur » très important : je veux parler du temps pendant lequel le mélange » toxique est respiré. » Cette critique amicale m'a rendu service, car elle m'a décidé à reprendre la question de l'absorption de l'oxyde de carbone par le sang de l'animal vivant, en faisant varier le temps et les proportions des mélanges titrés.

» *Expérience I*. — Je fais préparer six fois successivement, dans un gazomètre de M. de Saint-Martin, un mélange de 100^{lit} d'air et de 100^{cc} d'oxyde de carbone pur : 500^{lit} sont envoyés d'abord dans un grand gazomètre servant de réservoir.

» Chez un petit chien du poids de 6^{kg}, je fixe un tube dans une artère carotide; je fais respirer l'animal dans le premier gazomètre contenant 100^{lit} du mélange titré; au fur et à mesure que le gaz circule dans les poumons à l'aide d'une muselière de caoutchouc et de soupapes hydrauliques, on fait arriver du gaz du grand gazomètre dans le petit et l'animal peut respirer pendant deux heures et demie.

» Au bout d'une demi-heure, je fais une première prise de sang, égale à 25^{cc} : ce liquide est injecté dans le récipient de la pompe à mercure qui a reçu d'abord 100^{cc} d'acide acétique à 8° privé de gaz par l'ébullition; j'obtiens rapidement à 100° les gaz du sang et l'oxyde de carbone qui avait été absorbé par l'hémoglobine; ce gaz combustible privé d'acide carbonique est dosé dans mon grisoumètre qui, pour 1^{cc} d'oxyde de carbone, donne une réduction de 7,6 divisions.

(¹) Travail du laboratoire de Physiologie générale du Muséum d'Histoire naturelle.

» La première analyse grisoumétrique a donné une réduction de 11,5 divisions qui correspond à 1,5 d'oxyde de carbone ou à 6cc d'oxyde de carbone pour 100cc de sang; ce nombre 6 est très voisin de celui 5,5 que j'ai obtenu dans les expériences antérieures qui m'ont servi à établir une première loi d'absorption de l'oxyde de carbone dans des mélanges titrés que l'on fait respirer pendant une demi-heure (*Comptes rendus*, 1892).

» On détache le récipient de la pompe, on fait écouler les liquides et on fait le vide de nouveau sur l'acide acétique pour la seconde extraction et ainsi de suite.

» Voici les résultats qui ont été obtenus :

Une demi-heure	6,0 cc CO pour 100cc de sang
Une heure	9,2 »
Deux heures	10,0 »
Deux heures et demie	9,3 »

» On voit donc que chez l'animal qui a respiré pendant une heure, la proportion d'oxyde de carbone absorbé par le sang est plus grande qu'au bout d'une demi-heure, mais qu'elle devient constante dans les heures suivantes.

» *Expérience II*. — J'ai fait préparer de la même manière 600lit de mélange à $\frac{1}{10000}$; 100lit contenaient seulement 10cc CO pur; cinq extractions de gaz du sang ont été faites chez un autre animal de la même espèce, de demi-heure en demi-heure : le grisoumètre, instrument d'une exactitude merveilleuse, a donné des réductions de 2,7 pour le premier échantillon, de 6,8 pour le dernier échantillon. Les résultats suivants ont été obtenus :

Une demi-heure	1,42 cc pour 100cc de sang
Une heure	2,05 »
Une heure et demie	2,9 »
Deux heures	3,15 »
Deux heures et demie	3,6 »

» On voit ici que l'oxyde de carbone augmentait progressivement dans le sang, ce qui montre qu'il existe une différence complète, impossible à prévoir, entre la marche de l'absorption du gaz toxique par le sang, quand on fait respirer des mélanges différents à $\frac{1}{1000}$ et à $\frac{1}{10000}$. C'est en m'appuyant sur ces nouvelles bases que je compte commencer la recherche et le dosage de l'oxyde de carbone dans les atmosphères confinées produisant des accidents d'empoisonnement qui n'ont jamais été aussi fréquents qu'à l'époque actuelle et qui constituent une véritable calamité publique. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'utricule prostatique et les canaux déférents des Cétacés*. Note de MM. **H. Beauregard** et **R. Boulart**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Dans les premiers jours du mois de janvier dernier, un grand Cétacé, long de 20^m, était jeté à la côte sur la plage de Karafédé près de Loctudy (Finistère). C'était un Rorqual (*Balænoptera musculus*), mâle et très adulte, en bon état de conservation. L'un de nous fut délégué par M. le professeur Pouchet pour procéder à la dissection de l'animal et en assurer la possession aux collections d'Anatomie comparée du Muséum. Le squelette fut donc rapporté à Paris, en même temps qu'un certain nombre de viscères. Parmi ceux-ci figurent les organes génitaux internes, à propos desquels nous avons rédigé la présente Note.

» L'utricule prostatique (*protometra*, utérus mâle), très petit chez l'homme, offre chez beaucoup de Mammifères un grand développement et ressemble parfois à un utérus bicorne (certains Rongeurs par exemple). Il a été peu étudié chez les Cétacés et son existence n'a été signalée que chez un petit nombre de Cétodontes : chez le Globiceps et le Marsouin, par Jackson (1); chez le Narwal, par Owen (2). Il est décrit par ces anatomistes comme figurant un court cæcum, placé entre les extrémités terminales des canaux déférents et s'ouvrant sur le verumontanum un peu en avant des orifices de ces canaux.

» On ne possède, d'autre part, aucun renseignement sur cet organe chez les Mysticètes. M. le professeur Yves Delage, dans son *Histoire de la B. musculus de Langrune* (1885), déclare n'avoir point trouvé l'utricule prostatique. En procédant à la dissection de la région prostatique de l'urètre du Rorqual de Karafédé, nous avons porté notre attention spéciale sur ce point.

» A première vue, le verumontanum apparaît comme un épais bourrelet longitudinal, saillant sur la partie dorsale de la portion prostatique de l'urètre, et mesurant environ 6^{cm} de long sur $1^{cm},5$ de large. Son extrémité postérieure se prolonge en deux lambeaux membraneux triangulaires accolés; à sa surface, on n'aperçoit

(1) Jackson, *Dissection of a Sperm Whale* (*Boston Journal nat. hist.*, 1845-47, vol. V).

(2) Owen, *Comp. Anat.*, t. III.

aucun orifice. Mais si l'on écarte les deux lambeaux en question, on voit à leur base une ouverture qui donne dans une cavité au fond de laquelle apparaît l'extrémité du verumontanum portant trois orifices : un médian et deux latéraux. Ces derniers sont les orifices des canaux déférents; l'orifice médian est celui de l'utricule prostatique que nous avons disséqué après l'avoir injecté. Cet organe est ici un sac claviforme mesurant 3^{cm} de longueur sur $1^{cm},2$ dans sa plus grande largeur; il est donc, relativement à la taille de l'animal, extrêmement peu développé; il siège d'ailleurs à sa place normale, entre les extrémités terminales des canaux déférents.

» L'utricule prostatique existe donc chez les Mysticètes comme chez les Cétodontes, et il est assez semblable à celui de ces derniers Cétacés. Cela ressort des descriptions des auteurs et aussi d'une dissection que nous avons eu l'occasion de faire récemment sur un Dauphin. Jackson n'avait étudié qu'un fœtus de Dauphin, si petit, dit-il, qu'il n'a pu voir l'organe en question. D'après nos observations, le verumontanum chez le Dauphin est cylindrique, atténué à ses deux extrémités, et présente vers son extrémité postérieure trois orifices : un médian circulaire et deux latéraux, semi-lunaires. Ces derniers sont ceux des canaux déférents; le médian est l'orifice de l'utricule prostatique, qui se présente ici sous la forme d'un cæcum cylindrique, appointi en avant, mesurant $2^{cm},4$ de long sur $4^{mm},5$ de large.

» Sans insister sur les détails qui prendront place dans un Mémoire que nous préparons, nous tenons à signaler ici une disposition anatomique imprévue, que nous avons observée dans les canaux déférents.

» Ceux-ci, gonflés par la masse solide que nous y avions fait pénétrer, avaient extérieurement une apparence spiralée très remarquable. En les ouvrant, nous avons constaté que la muqueuse de ces conduits est relevée en une véritable valvule spirale, dont les tours ont de $1^{cm},5$ à 2^{cm} d'écartement, rappelant la disposition anatomique qui s'observe dans les cæcums de l'Autruche et dans l'intestin des Squales.

» Cette valvule spirale cesse à 3^{cm} environ de la terminaison des canaux déférents. Il n'est point à notre connaissance que cette particularité ait été signalée jusqu'à ce jour chez aucun Mammifère; elle n'est toutefois pas propre au *B. musculus*. En effet, notre attention ayant été attirée sur ce point, nous n'avons pas négligé d'examiner les canaux déférents du Dauphin qui nous avait servi à démontrer l'existence de l'utricule prostatique chez ce Cétodonte : nous avons pu constater que, chez le Dauphin comme chez le Rorqual, les canaux déférents sont pourvus d'une valvule spirale [1]. »

---

(1) Ces recherches ont été faites au laboratoire d'Anatomie comparée de M. le professeur Pouchet, au Muséum.

ZOOLOGIE. — *Sur les ascidies composées du genre* Distaplia. Note de M. **Caullery**.

« Della Valle ([1]) et Uljanin ([2]) ont observé que, quand les cormus de *Distaplia* se trouvent dans de mauvaises conditions, la surface de la colonie prend l'aspect d'une croûte uniforme, à l'intérieur de laquelle on ne trouve plus que des masses en dégénérescence (cet état avait été décrit par O. Schmidt comme une éponge, *Cellulophana*) et des bourgeons qui se développent quand les circonstances deviennent favorables. Kowalewsky ([3]), notamment, a insisté sur l'intérêt de ces phénomènes pour la Physiologie générale. Je m'étais proposé, dès l'été de 1892, d'étudier ces dégénérescences sur les colonies de *Distaplia rosea*, D. V., à Wimereux, où cette espèce a été signalée par M. Giard ([4]). Dans un très intéressant Mémoire, Salensky ([5]) a tout récemment étudié la disparition de l'oozoïte de *D. magnilarva*, D. V., fait qui suit de près la fixation du têtard. Les résultats de mes recherches diffèrent quelque peu de ceux auxquels a été amené l'éminent professeur russe. Je ne mentionne ici que les divergences les plus saillantes, devant revenir sur cette question dans un travail détaillé.

» I. Pour Salensky : 1° il y a dissociation des divers tissus de l'oozoïte; 2° les cellules devenues libres se rendent dans la tunique et surtout dans les tubes ectodermiques (*Nährstolonen*) pour s'y transformer en cellules du mésenchyme; 3° les cellules musculaires sont phagocytées; 4° autour de certaines cellules mésodermiques (*Prægastralentodermzellen*), riches en vitellus, se groupent des cellules mésenchymateuses, qui ultérieurement s'isolent après avoir contribué à la digestion du vitellus (*Symphagocytes*).

» Je confirme, à des détails près, le premier et le troisième de ces points. Dans la dégénérescence de l'intestin il y a, comme le dit Salensky, pénétration de la paroi par des cellules mésenchymateuses; mais, sans mé-

([1]) Della Valle, *Nuove contrib.*, etc. (*Atti Accad. Lincei*, (3) Mem., t. X; 1881).

([2]) Uljanin, *Bemerk. üb. die Synascidiengattung Distaplia* (*Zool. Anz.*, t. VIII; 1885).

([3]) Kowalewsky, *Einige Beitr. z. Bild. des Mantels der Ascidien* (*Mém. Ac. Sc. Pétersb.*, t. XXXVIII; 1892).

([4]) Giard, *Sur deux Synasc. nouv. p. les côtes de France* (*Comptes rendus*, t. CIII 1886).

([5]) Salensky, *Morphol. Stud. an Tunicaten*, II; *Morph. Jahrb.*, t. XX; déc. 1893).

connaître le rôle actif de ces cellules, je ne puis admettre qu'ensuite elles remplissent la cavité du tube digestif. Les éléments qu'on y trouve sont les cellules endodermiques elles-mêmes, dont on peut suivre la transformation.

» Sur le deuxième et le quatrième, les divergences sont plus grandes; j'ai vu les stolons se séparer des individus à un stade précoce de la dégénérescence. Il est difficile de vérifier sur des colonies l'anastomose de ces stolons avec ceux des bourgeons. En tous cas, ils ne renferment jamais que des cellules mésenchymateuses, et pas de masses en dégénérescence. Dans les colonies à croissance active, on constate, autour des tubes ectodermiques des divers individus, une accumulation très dense de masses en dégénérescence. La paroi de ces tubes est formée de cellules envoyant des prolongements pseudopodiques entre ces masses, et les englobant au moins partiellement. Je vois là une disposition de nature phagocytaire, contribuant à la disparition des produits dégénérés et servant à la nutrition des individus par l'intermédiaire de l'ectoderme (cf. bourgeons de *Doliolum*, d'après Uljanin).

» Les cellules des divers organes se réunissent en groupes dont la forme rappelle des *morulæ*. Les éléments de même origine s'associent de préférence. La dégénérescence s'accentue; les noyaux et le protoplasme prennent les colorants d'une façon intense et diffuse. Ces groupes se répandent dans la tunique; ils y sont bientôt englobés par les cellules amœboïdes, phénomène phagocytaire; il n'y a vraisemblablement pas digestion complète du paquet englobé. En tous cas, ces paquets n'ont pas dans la généralité la signification que leur attribue Salensky (4°, symphagocytes). Dans un petit nombre de cas seulement, il y a peut-être transformation de ces éléments en cellules mésenchymateuses. Les cellules musculaires, isolées ou groupées, les ovules dissociés en fragments et leurs vésicules germinatives longtemps reconnaissables, sont aussi entourés par des phagocytes.

» Les cellules de la branchie (et très probablement celles d'autres tissus) forment des paquets très caractéristiques. Leurs protoplasmes se fondent en une masse filamenteuse, serrée, prenant les colorants. Ces paquets sont englobés nettement, comme il a été décrit. Plus tard, les noyaux ont disparu, et les filaments se segmentent en petits granules prenant de moins en moins le carmin et rappelant le pigment solide de *Distaplia*. Cette dégénérescence pigmentaire rappelle, à certains égards, le corps brun des Bryozoaires.

» En résumé, la phagocytose est le phénomène dominant de cette dégénérescence.

» Ces phénomènes se reproduisent toute l'année et sur des colonies de tout âge. Néanmoins, dans la Manche, les *Distaplia* présentent une évolution saisonnière nette. La reproduction sexuée est estivale. Au printemps, les cormus ne renferment que des individus jeunes, sans produits génitaux mûrs.

» II. Au cours de ces recherches, j'ai été amené à constater ou à rectifier certains faits que je mentionne rapidement ici :

» 1° L'ovogenèse de la *D. rosea* ne confirme pas les résultats de Davidoff (¹) sur la *D. magnilarva*. Les cellules du testa proviennent par mitoses des cellules folliculaires et non d'un bourgeonnement de la vésicule germinative.

» 2° Les cellules du testa ne contribuent pas à la formation de la tunique. Salensky, à qui revient le mérite d'avoir signalé le premier la diapédèse des cellules mésenchymateuses à travers l'ectoderme (*Pyrosoma*), avait cru (²) que, pour les *Distaplia*, ce phénomène était accompagné de la transformation des cellules du testa en éléments de la tunique.

» 3° La cavité péribranchiale de l'oozoïte se forme tout entière aux dépens de deux invaginations ectodermiques.

» 4° La queue du têtard de la *D. rosea* dégénère par les processus décrits par Kowalewsky (*Phallusia mamillata*) et Salensky (*Diplosoma Listeri*, *Amarœcium roseum*; *Botryllus* sp.). L'exception que ce dernier auteur indique pour la *D. magnilarva* est donc tout à fait improbable. Ses figures laissent supposer d'ailleurs un cas pathologique.

» 5° Les colonies de *D. magnilarva* sont, comme on le sait, unisexuées. Uljanin croyait cependant que chaque individu était successivement mâle, puis femelle. En réalité, les bourgeons sont d'abord hermaphrodites; mais l'une des deux glandes génitales régresse de bonne heure et définitivement. Sur les cormus que j'ai examinés, le sexe qui se développe dans les bourgeons est toujours celui des individus adultes de la colonie. Celle-ci possède donc une véritable sexualité persistant la même, au moins pendant plusieurs générations blastogénétiques (³). »

(¹) Davidoff, *Unters. z. Entw. der D. magnilarva* (*Mitth. Zool. Stat. Neapel*, t. IX, 1889).

(²) Salensky, *Ueb. d. Thätigkeit der Kalymnocyten* (*Festschrift z. 70ⁿ Gebutstage R. Leuckart's*, 1892.

(³) Travail des laboratoires zoologiques de Wimereux (Pas-de-Calais) et de l'École Normale supérieure.

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur des épis de maïs attaqués par l'*Alucite des céréales *dans le midi de la France*. Note de M. **A. Laboulbène**, présentée par M. E. Blanchard.

« Des épis de maïs attaqués par des insectes, remis par M. Duchartre et provenant de la propriété de M. d'Abbadie, voisine de la frontière d'Espagne à Hendaye, m'ont fourni des Lépidoptères se rapportant à la *Sitotroga cerealella* Olivier, ou Alucite des céréales.

» Cette espèce, qui est la *vraie teigne des grains* de Réaumur, avait dès 1736 été signalée par lui, comme nuisible à l'orge et au blé, dont elle vidait les grains à l'état de chenille. Plus tard, le nom d'*Alucite* a été donné d'une manière constante et a été consacré par l'usage. De nombreux auteurs, entre autres Duhamel et Bosc, ont confondu l'Alucite vraie avec la *fausse teigne des grains* de Réaumur, ou *Tinea granella* L., dont la chenille vit dans un fourreau de soie à l'extérieur des grains réunis en tas, et jamais dans l'intérieur de ces mêmes grains.

» Les *Sitotroga* sorties du maïs sont de taille plus grande que celles qui proviennent du blé; leur longueur est de 7^{mm} à 9^{mm}; leur envergure, de 14^{mm} à 18^{mm}. La couleur des ailes supérieures est d'un jaune d'ocre pâle à reflets luisants. Le port des ailes fermées est caractéristique : elles sont rapprochées vers le bord sutural, disposées alors en toit assez aplati, mais sans être relevées à leur extrémité en forme de queue de coq.

» Les habitudes, les mœurs de la *Sitotroga cerealella* sont indispensables à préciser pour arriver à combattre les ravages de l'insecte. Les œufs éclosent huit à dix jours après la ponte; l'état de chenille dure de vingt à vingt-cinq jours; l'état de chrysalide ou la nymphose huit à dix jours. En somme, l'Alucite éclôt à l'état sexué ou adulte au bout de cinquante à soixante jours. Il y a deux apparitions principales, celle de la première saison, en juin, celle de la seconde saison, en juillet-août. Après leur naissance, les femelles fécondées vont placer leurs œufs soit sur les récoltes en épis, à l'air libre, soit dans les greniers. La chenille, au sortir de l'œuf, est rouge, puis elle devient blanchâtre avec la tête noire ou brune; elle a pénétré à l'intérieur de la cariopse et attaqué l'embryon, puis elle poursuit sa galerie en vidant le grain. Le blé alucité ne germe point; jeté en terre, il s'y conserve, sert d'aliment à la chenille, qui, accomplissant ses métamorphoses, en sort à l'état de papillon pouvant propager son espèce et produire de grands dégâts.

» Il convient de voir comment la *Sitotroga* se développe dans les grains du maïs; elle a été trouvée sur cette céréale dans les deux mondes.

» Duhamel croyait que l'Alucite ne touche jamais au maïs. Bosc assurait avoir observé l'Alucite des céréales dans la Caroline du Sud, en Amérique, mais Bosc avait confondu les diverses teignes, vraie et fausse; son assertion resta douteuse. Mathieu Bonafous indique fort bien les dégâts de la teigne des greniers (*Tinea granella*) et ceux de l'Alucite ou papillon des grains qu'il appelle *Alucita cerealella*, pâle, de la couleur du froment, dont la chenille vit cachée dans le grain de maïs; il la figure exactement. Goureau a mentionné l'Alucite vraie comme attaquant l'orge, l'avoine, le blé, le maïs.

» A l'Exposition de Paris, en 1878, M. Poujade, préparateur au laboratoire d'Entomologie de M. Émile Blanchard, trouva la *Sitotroga cerealella* dans les maïs de la Section des États-Unis d'Amérique. Récemment, un autre préparateur de mon cher maître M. Émile Blanchard, au Muséum, M. Lesne, a signalé des dégâts occasionnés, en septembre et octobre 1893, dans le sud-ouest de la France (Landes et Basses-Pyrénées), aux récoltes du maïs, par la *Sitotroga*. Ces dégâts n'avaient pas eu lieu seulement dans les greniers; ils s'étaient produits dans les grains des épis sur pied, dans les champs.

» En examinant sur un épi de maïs l'état des grains attaqués, on voit la surface extérieure de ces grains tantôt percée d'un trou rond, parfois avec la dépouille de la chrysalide à moitié sortie, tantôt avec une tache plus claire que la couleur du grain, résultant de la pellicule amincie en cet endroit. Avec la pointe d'une épingle, on soulève cette pellicule; elle est arrondie en forme de disque ou d'opercule recouvrant l'orifice de la galerie creusée par la chenille. Le papillon venant d'éclore n'a, de la sorte, qu'à pousser devant lui cette petite trappe qui le sépare de l'extérieur.

» Le maïs alucité permet de confirmer ce qu'avait dit Réaumur sur l'orge et le blé rongés par la vraie teigne, qui préparait le trou de sortie du papillon en amincissant l'endroit terminal de la galerie en forme de rondelle et l'assujettissant, au besoin, par des fils de soie. Duhamel et Doyère avaient révoqué en doute ce fait parfaitement exact.

» Il n'y a pas sur le maïs le sillon ou la rainure de la cariopse de l'orge ou du blé, sillon par lequel pénètre la chenille sortant de l'œuf. Plusieurs grains m'ont offert une petite tache à l'extrémité, près du point adhérent à la rafle de l'épi; la galerie de la chenille commençait en cet endroit pour aller ensuite vers l'extérieur du grain, et jusqu'à la porte de sortie. La chenille avait perforé le grain assez près du point d'attache.

» En fendant un grand nombre de grains de maïs, pour savoir comment

était l'intérieur mangé par la chenille de la *Sitotroga*, j'ai vu que jamais le grain n'est consommé en entier. Les gros grains étaient au tiers ou à moitié dévorés; une fois, j'ai trouvé deux galeries et deux trous : un grain avait nourri deux chenilles, il restait le tiers de la fécule du grain. La galerie creusée à travers le grain de maïs est de plus en plus large, renfermant des excréments de la chenille sous forme de grains blanchâtres ou grisâtres.

» A l'extrémité, une enveloppe de soie, un cocon en miniature, formé de fils entrecroisés, à tissu lâche, peu serré, entoure la chrysalide. La tête de cette dernière est dirigée vers l'extérieur, près de l'opercule fermant le trou de sortie préparé à l'avance. Il faut noter combien l'observation de Réaumur était juste, quand il dit que, dans le grain de blé entièrement dévoré, plus ou moins rempli de déjections, la vraie teigne forme une petite loge soyeuse où elle accomplit sa dernière transformation. Doyère révoquait le fait en doute, il est absolument exact, à en juger par ce qui a lieu dans le maïs.

» L'embryon des grains de maïs est atteint, néanmoins ce grain peut-il germer? Cela est douteux, mais l'expérience seule peut le faire savoir. En tout cas, la chenille de la *Sitotroga*, abondamment entourée de nourriture, pourrait vivre en terre dans le grain, s'y transformer et en propager l'espèce. A tous les points de vue, le choix d'un grain sain pour les semences est absolument important.

» Que convient-il de faire pour préserver le maïs des atteintes de la *Sitotroga cerealella*, ou, en d'autres termes, pour que la récolte de maïs ne devienne pas alucitée?

» Il faut empêcher le maïs de semence de propager l'insecte nuisible. Pour cela, il convient d'abord d'égrener les épis. On jettera ensuite les grains dans l'eau; ceux qui gagnent le fond ne sont pas atteints, ils ont fécule et embryon à l'état sain. Ceux qui surnagent ont été attaqués, plus ou moins vidés par les chenilles. Le mieux alors est de les placer sur le feu et de faire bouillir l'eau; le grain cuit n'est plus nuisible, il peut encore servir à la nourriture des volailles.

» Dans les grandes exploitations, les moyens conseillés pour traiter le blé alucité et tuer les chenilles pourraient être mis en œuvre. On se servirait, dans les endroits clos, de l'acide sulfureux ou du sulfure de carbone. La sélection des grains à semer ou à conserver pourrait être faite rapidement, après la mort des insectes, au moyen de trieurs à force excentrique projetant au loin les grains devenus plus légers que les autres. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Influence des sels de potassium sur la nitrification.* Note de MM. **J. Dumont** et **J. Crochetelle**, présentée par M. Dehérain.

« Nous avons montré, dans une précédente Communication [1], l'action favorable qu'exercent différents engrais potassiques sur la nitrification des terres de défrichement, à la fois riches en humus et en calcaire. Il nous a paru intéressant de poursuivre ces expériences sur des sols silico-humifères pauvres en chaux. Nos essais ont porté sur une terre de bruyère renfermant, par kilogramme, 185^{gr} d'humus et 2^{gr},85 de calcaire.

» En raison de la faible activité que déploient les ferments nitriques pendant l'hiver, nous avons placé les terres à l'étuve, maintenue à une température constante de 25° environ, et nous les avons arrosées tous les jours avec de l'eau distillée, afin de les entretenir dans un état d'humidité convenable.

» Les sels de potassium, en dissolution dans l'eau, ont été distribués à des doses variables.

» L'épuisement des terres, effectué après trois semaines d'expérience, nous a donné les chiffres suivants :

Azote nitrifié, en vingt jours, dans 1000^{gr} de terre de bruyère.

Carbonate de potassium pour 100.	Azote nitrique en milligrammes.	Sulfate de potassium pour 100.	Azote nitrique en milligrammes.
0	24	0	25
0,1	47	0,5	50
0,5	65	1,0	19
1,0	94	1,5	24
1,5	156	2,0	19
2,0	188	2,5	20
2,5	238	3,0	27
3,0	313	3,5	25
3,5	282	4,0	29
4,0	348	4,5	20
4,5	438	5,0	18
5,0	407		
6,0	375		

» L'action du carbonate de potassium est bien manifeste, et ce nouvel

(1) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 670.

essai confirme une fois de plus les résultats que nous avions obtenus précédemment avec les terres d'Avilly et de Grignon.

» Il nous montre, en outre, que la dose maximum de carbonate est variable suivant la constitution du sol, sa richesse en humus et aussi, probablement, sa teneur en calcaire. Dans les terres pauvres, on ne peut ajouter que des doses très faibles, tandis que dans des sols comme celui d'Avilly, renfermant, par kilogramme, 11^{gr} d'azote, $68^{gr},4$ d'humus et 420^{gr} de calcaire, on peut mettre $\frac{2}{1000}$ à $\frac{3}{1000}$ de carbonate de potassium. Dans la terre de bruyère, on peut en appliquer $\frac{4}{100}$ à $\frac{5}{100}$, comme le montre, d'ailleurs, l'expérience précédente.

» Ce qui nous a le plus frappés, dans cet essai, c'est l'inefficacité du sulfate de potassium. Tandis que dans les terres calcaro-humifères il produit de merveilleux résultats et peut être appliqué à des doses plus fortes que le carbonate, il donne avec la terre de bruyère des nombres tout à fait irréguliers.

» Visiblement, si nous nous rapportons aux conditions particulières qu'offre la constitution des sols mis en expérience, nous devons attribuer l'échec absolu du sulfate de potassium à l'absence relative de calcaire dans la terre de bruyère.

» C'est pour vérifier ce fait que nous avons entrepris une nouvelle série d'essais avec un mélange de sulfate de potassium et de carbonate de calcium.

» Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau ci-dessous.

Azote nitrifié, en un mois, dans 1000^{gr} *de terre de bruyère.*

1re série (du 15 janvier au 15 février).			2e série (du 1er février au 1er mars).		
Carbonate de calcium pour 100.	Sulfate de potassium pour 100.	Azote nitrique en milligrammes.	Carbonate de calcium pour 100.	Sulfate de potassium pour 100.	Azote nitrique en milligrammes.
0	0	25	0	0	26
2,5	0	28	2,5	0	30
2,5	0,25	62	2,5	0,5	75,6
2,5	0,50	66	2,5	1,0	91,3
2,5	0,75	82	2,5	1,5	107,1
2,5	1,0	101	2,5	2,0	129,1
2,5	1,5	116	2,5	2,5	151,2
2,5	2,0	126	2,5	3,0	173,2
2,5	2,5	135	2,5	4,0	163,8
2,5	3,0	144	2,5	5,0	189,0

» La présence du calcaire en quantité suffisante rend efficace l'action du sulfate de potassium en déterminant sa transformation en carbonate. Cette transformation est assez rapide. Tandis que le liquide filtrant au travers de la terre de bruyère additionnée de sulfate de potassium passe presque incolore, il est coloré, au contraire, quand on ajoute du calcaire et la coloration est d'autant plus foncée que les doses de sulfate de potassium sont plus fortes. On retombe alors dans le cas du carbonate, dissolvant énergique des matières ulmiques. Il est assez facile, du reste, de constater cette transformation en caractérisant le sulfate de calcium dans les eaux d'épuisement.

» Les doses que nous avons appliquées à la terre de bruyère, quelque considérables qu'elles paraissent, sont justifiables; en admettant que le dédoublement s'effectue peu à peu, nous devons retomber dans les conditions de la première expérience qui nous a appris que, même à raison de $\frac{4}{100}$, le carbonate de potassium favorise encore la nitrification.

» Les expériences précédentes démontrent que les horticulteurs qui emploient des terres très riches en humus pourront les faire nitrifier rapidement en les additionnant de cendres non lessivées ou de sulfate de potassium, en ayant soin, dans ce dernier cas, de donner au préalable un amendement calcaire si le sol est relativement pauvre en chaux.

» Des expériences effectuées avec différents terreaux employés en horticulture nous ont donné des résultats semblables à ceux que nous venons de rapporter.

» Dans la pratique, on n'a nullement besoin de recourir à des doses aussi élevées que celles que nous avons employées, surtout si l'on a soin de fabriquer les composts au moment où la nitrification est active. C'est à la fin du printemps, pendant l'été ou à l'automne que les horticulteurs auront intérêt à préparer les terres destinées principalement à la culture des plantes à feuillage ornemental; comme ils ne négligent pas les arrosages et qu'ils n'ont pas à subir l'influence capricieuse des saisons, ils ne sauraient craindre de préparer les composts quelque temps à l'avance. Par des arrosages et des brassages assez fréquents ils pourront obtenir de véritables nitrières et utiliser ainsi cet azote organique qu'ils ont souvent tant de peine à rendre assimilable [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de l'École de Grignon.

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la fécondité de la Persicaire géante* (Polygonum sachalinense). Note de M. **Ch. Baltet**, présentée par M. Duchartre. (Extrait.)

« Le 12 juin 1893, l'Académie a reçu de M. Doumet-Adanson une Communication faisant ressortir les ressources que promettait, comme plante fourragère, la Persicaire géante, *Polygonum sachalinense*, espèce vivace, drageonnante, à végétation puissante, d'un grand rendement et résistant aux extrêmes de chaleur et de froid (+ 40° et — 36°).

» Le monde agricole s'en est ému; des expériences, renouvelées sur divers points de notre territoire, ont justifié les assertions émises à ce sujet. Relativement à la multiplication de cette plante, on craignait qu'elle ne pût guère être opérée que grâce à son appareil souterrain, car on ne l'avait vue que rarement fructifier.

» Cependant, à l'automne dernier, nous avons récolté des semences de cette Persicaire de Sakhalin dans nos pépinières troyennes, où la plante existe depuis vingt ans; les chaleurs prolongées de 1893 ont sans doute favorisé la fécondation de l'ovaire.

» Nous avons pu en recueillir ailleurs, sur des touffes gênées au collet de la plante par des pierres ou un amas de décombres. Peut-être cette entrave au cours de la sève joue-t-elle le rôle du bourrelet d'une greffe ou de l'incision annulaire opérées sur des Dicotylédonées.

» Dans son pays d'origine, la fructification de la plante est abondante. Nous avons reçu, des îles de la mer d'Okhotsk, des quantités de graines en parfait état de maturité. Les épis floraux deviennent là des panicules de fruits en bouquets compacts à l'aisselle des feuilles.

» Il semble donc, au total, n'y avoir plus lieu de redouter le défaut de fructification comme un obstacle à la multiplication en grand et peu dispendieuse de la Persicaire géante (*Polygonum sachalinense* Schm.). »

BOTANIQUE. — *Recherches physiologiques sur les Champignons.* Note de M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Duchartre.

« Les études que je poursuis m'ont amené à rechercher si des différences très faibles dans la tension de la vapeur d'eau qui remplit une atmosphère

peuvent déterminer des différences appréciables dans les organes des végétaux qui s'y développent. J'ai déjà indiqué quelques résultats concernant les racines des Haricots (¹). Dans plusieurs séries d'expériences, je me suis servi de Champignons. Ce sont les principales de ces expériences dont je désire présenter les résultats.

» I. Deux Haricots ayant trempé dans l'eau pendant plusieurs jours avaient été fixés, à l'aide d'épingles, à 1^{cm} de hauteur sur deux plaques de liège qui flottaient, l'une sur de l'eau ordinaire (n° 1), l'autre sur une solution concentrée de sel marin (n° 2). Ces liqueurs occupaient chacune l'un des compartiments d'un cristallisoir divisé, jusqu'à la moitié de sa hauteur, par une lame de verre lutée à la paraffine. Le cristallisoir était fermé par un couvercle. Sa moitié supérieure, celle où se trouvaient les Haricots, comprenait une atmosphère unique, mais reposant sur des liquides au-dessus desquels la tension de la vapeur d'eau est différente, comme nous le savons et, d'ailleurs, comme la suite de l'expérience le montra. En effet, l'appareil étant resté plusieurs mois à la même place, le niveau de l'eau baissa, tandis que, au contraire, celui de la solution monta jusqu'à déborder par-dessus la lame mitoyenne.

» Des Moisissures se développèrent sur les Haricots, mais toujours en plus grande abondance sur le n° 1 que sur le n° 2, c'est-à-dire davantage au-dessus du compartiment où la tension de la vapeur était la plus forte.

» II. J'avais mis, au fond de trois flacons semblables et à large ouverture, la même quantité d'eau (n° 1), de solution de NaCl à 12,5 pour 100 (n° 2), de solution à 25 pour 100 (n° 3); ensuite j'avais suspendu dans la partie supérieure, et à la même hauteur au-dessus du liquide, une rondelle de liège portant du crottin. Les trois flacons, restés ouverts, furent placés dans une boîte garnie de copeaux pour y conserver une température égale aux trois termes de comparaison.

» Il se forma des Moisissures en quantité plus grande dans 1 que dans 2, et dans 2 que dans 3.

» III. Dans une nouvelle expérience, j'employai le même appareil, mais en remplaçant le liège par un petit meuble porte-lames, largement ouvert sur deux côtés opposés et dans lequel j'avais placé des lames de verre portant des conidies de Champignons.

» Après un certain temps, on voyait des Moisissures plus abondantes dans 1 que dans 2, alors qu'il n'y avait encore rien dans 3. Pour faire une sorte de contre-épreuve, je remplaçai dans 3 la solution à 25 pour 100 par l'eau ordinaire et je remis en place. Une nouvelle observation me permit de reconnaître qu'il y avait plus tard des Moisissures plus développées dans 3 que dans 2 et presque autant que dans 1. Rappelons qu'à la température moyenne de l'expérience, 15°, la tension maximum de la vapeur d'eau est de $12^{mm},70$ au-dessus de l'eau pure (Regnault), de $11^{mm},75$ sur la solution à 12,50 pour 100 et de $10^{mm},80$ sur la solution à 25 pour 100 (calculée d'après Wüll-

(¹) *Voir* P. Lesage, *Notions pour servir à l'étude du mouvement de la vapeur d'eau dans le sol et les massifs cellulaires* (*Bull. de la Soc. sc. et méd. de l'Ouest*, p. 202 à 214; 1893, p. 212).

ner). C'est dire que cette tension varie relativement peu d'un terme de comparaison à l'autre. Cependant les différences dans la quantité des Moisissures sont relativement grandes.

» Dans ces trois expériences, chaque fois que la tension de la vapeur d'eau a été plus grande, les Moisissures se sont développées en plus grande abondance, les termes comparés restant à la même température.

» Dans les expériences suivantes, j'ai employé des cultures sur lames de verre garnies de gélatine, en partant des conidies du *Penicillium glaucum* récoltées sur une culture obtenue, par élimination, pure de tout autre Champignon.

» IV. Les cultures étaient placées dans un porte-lames long, étroit et présentant seize compartiments placés à 2^{cm} les uns au-dessus des autres. Ce porte-lames était suspendu à l'intérieur d'une éprouvette à pied au fond de laquelle il y avait soit de l'eau, soit une solution concentrée de sel marin, de manière que la lame la plus basse fût à 4^{cm} au-dessus du liquide. Les deux éprouvettes étaient semblables et avaient 51^{cm} de hauteur sur 7^{cm} de diamètre. Dans cette expérience, elles restaient ouvertes, mais étaient placées dans une caisse garnie où elles avaient toutes deux la même température. Disons tout de suite que cette température a oscillé faiblement de 10° à 12°.

» J'ai fait huit observations au microscope, pour suivre la germination et le développement ultérieur du *Penicillium*. Voici, pour ce qui concerne la germination, un Tableau qui résume ces observations jusqu'au 24e jour après le semis des conidies.

Liqueur.	Hauteur au-dessus du liquide où commence la germination au							
	2e jour.	3e jour.	7e jour.	9e jour.	14e jour.	16e jour.	19e jour.	24e jour.
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
Sur l'eau ordinaire	4 et 8	12	16	20	20	24	24	28
Sur la solution de NaCl	»	4	8	12	16	20	20	20

» On constate un retard de la solution sur l'eau. Nous savons, par ce que nous avons déjà vu, que cela tient à ce que la tension de la vapeur d'eau est plus faible sur la solution. Mais, aussi bien sur l'eau que sur la solution, toutes les cultures n'ont pas encore germé après vingt-quatre jours. Les lames étant placées de deux en deux compartiments, il reste encore à germer les conidies d'une culture sur l'eau, et de trois cultures sur la solution.

» Des différences de même sens ont été observées en prenant pour points de comparaison l'allongement des filaments mycéliens, la ramification de ces filaments et l'apparition des pinceaux de conidies nouvelles.

» Toutes ces différences s'échelonnant le long d'une même éprouvette s'expliquent par des tensions de vapeur d'eau de plus en plus petites depuis la surface du liquide jusqu'à l'ouverture libre de cette éprouvette.

» V. Dans une autre expérience, j'ai utilisé le même appareil avec de l'eau pure

seulement, mais l'éprouvette était fermée par un couvercle luté à la paraffine. De plus, chacun des compartiments du porte-lames était occupé par une culture de *Penicillium;* il y en avait seize en tout.

» J'ai fait cinq observations successives, ayant bien soin, après chacune d'elles, de refermer hermétiquement l'éprouvette. Voici les résultats concernant la germination. Au troisième jour, elle a commencé sur les lames 1 et 2; au septième, sur les lames 3, 4 et 5; au dixième, sur les lames 6 et 7; au quinzième, sur 8, 9 et 10; et enfin, au vingtième jour, elle ne faisait encore que commencer sur la lame 11. Donc, après vingt jours, il restait encore cinq cultures où la germination ne se manifestait pas. Les autres différences signalées dans l'expérience précédente se retrouvaient ici.

» Il devient plus difficile d'expliquer ces différences que dans les premiers cas. Il faut admettre que la vapeur d'eau qui garnit l'atmosphère interne de l'éprouvette ne se dégage qu'avec une extrême lenteur, avant d'arriver à se conformer à la loi de Dalton, c'est-à-dire avant de prendre, à la température de l'éprouvette, la tension maximum que prendrait rapidement cette vapeur si elle se dégageait dans le vide. On conçoit alors que, au moment des observations, la tension de vapeur n'est pas encore uniforme dans toute l'atmosphère limitée où se trouvent les Champignons, malgré ses dimensions relativement faibles, d'où les différences observées, et cela, conformément aux résultats obtenus précédemment [1].

» En tous cas et pour résumer, il ressort nettement de ces diverses expériences que les Moisissures, et en particulier le *Penicillium glaucum*, sont sensibles à de très faibles différences de tension de la vapeur d'eau. C'est l'un des points que je voulais élucider. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur le* Cedroxylon varolense.
Note de MM. **B. Renault** et **A. Roche**, présentée par M. Duchartre.

« Les bois des Conifères fossiles compris sous le nom de *Cedroxylon* ont pour type, parmi les végétaux vivants, le bois des *Abies*, des *Cedrus*, des *Tsuga;* ils sont caractérisés sur une section transversale par des zones concentriques d'accroissement, dues à différentes causes, telles que le développement annuel, ou l'alternance de périodes sèche ou humide. Sur une coupe longitudinale radiale, on voit les trachéides ornées, sur leurs parois latérales, d'une rangée de ponctuations grandes et arrondies avec pore cen-

(1) Au point de vue purement physique, les résultats obtenus dans l'expérience V offrent un intérêt tout particulier.

tral circulaire; plus rarement celles-ci sont disposées par paires horizontales; les rayons cellulaires ligneux sont simples et formés de cellules toutes semblables.

» Ce type représente l'organisation la plus simple du bois des Conifères. Les rayons cellulaires ligneux renferment quelquefois des produits résineux, mais les cellules et les canaux résineux, distincts, font défaut.

» Le *Cedroxylon pertinax* (Goep.) Kraus, du rhétien, est l'espèce la plus *anciennement* connue. Celle que nous décrivons aujourd'hui a été recueillie à Varolle, près Autun, à la partie supérieure du terrain autumnien (horizon de Chamboi). Cette espèce se rencontre soit sous la forme de fragments de tiges plus ou moins volumineux, soit sous celle de petits rameaux; ces derniers étant mieux conservés, ce sont eux qui nous ont servi pour en étudier la structure.

» L'un d'eux, décortiqué, mesurant 22^{mm} de diamètre, possède une moelle de 11^{mm}, relativement considérable, le cylindre ligneux étant épais seulement de $5^{mm},5$. Ce dernier présente trois zones d'accroissement rendues distinctes par la différence de coloration et de lignification des éléments qui les constituent. En allant du centre à la périphérie, la première couche est colorée en brun et les trachéides qui la composent ont leurs parois plus épaisses; la deuxième couche est plus claire, les trachéides ont les parois plus minces; elle est enveloppée par une troisième plus foncée et à trachéides plus lignifiées. Les zones concentriques foncées se composent en moyenne de cinquante rangées de trachéides, la couche plus claire de quarante rangées seulement.

» La moelle est formée de cellules isodiamétrales, polyédriques, mesurant en coupe transversale 40 μ dans la région périphérique, et 60 μ dans la région centrale. Sur une coupe longitudinale, elles sont à section sensiblement rectangulaire, un peu plus large que haute. La moelle est sillonnée çà et là par des traînées horizontales de cellules plus petites, rayonnant autour de masses cellulaires rendues presque opaques par leur contenu; ce sont sans doute des dépôts résineux.

» Les coins ligneux sont contigus et les rayons du tissu fondamental qui les séparent sont peu apparents et formés de une ou deux rangées de cellules au plus, en épaisseur. Les rayons cellulaires ligneux sont toujours simples. Les coins ligneux se terminent du côté de la moelle par des lames de trachéides, verticales et séparées par des prolongements de la moelle.

» Les éléments primaires qui les forment sont constitués par des trachées, et par quatre ou cinq rangées rayonnantes de trachéides rayées; le bois secondaire est formé uniquement de trachéides ponctuées, dont les dimensions sont : dans les zones foncées ou claires de 28 μ en coupe radiale, et 22 μ en coupe tangentielle, la différence entre les deux groupes de trachéides consistant seulement dans l'épaississement des parois de celles qui occupent les zones foncées.

» Les ponctuations sont disposées sur un seul rang; *très rarement* elles sont pla-

cées sur deux et, dans ce cas, elles alternent. Leur contour mesure 14 μ de diamètre; serrées les unes contre les autres, leurs bords supérieur et inférieur comprimés sont rectilignes; le pore central est circulaire.

» Les trachéides sont séparées par des rayons cellulaires ligneux simples, formés de une à douze cellules superposées qui mesurent chacune 24^{μ} en hauteur et 28^{μ} dans le sens radial; sur leurs faces latérales, on remarque deux ponctuations qui peuvent se confondre en une seule par défaut de conservation.

» Dans le bois, il n'y a aucune trace de cellules ou de canaux à résine. L'écorce s'était séparée dans les divers échantillons recueillis.

» De la description succincte qui précède, il résulte que notre échantillon diffère des bois réunis sous le nom d'*Araucarioxylon*, par la grandeur des ponctuations, leur disposition unisériée et le nombre des pores placés sur les parois latérales des cellules formant les rayons ligneux.

» Il se rapproche du bois des *Poa Cordaïtes* (1), mais en diffère par l'absence de stries à la surface interne des trachéides, par la taille des ponctuations qui, dans les *Poa Cordaïtes*, ne mesurent que 7^{μ}, sont rondes et offrent un port elliptique.

» Il se rapproche davantage du bois des *Cedroxylon*, dont il ne se distingue que par la disposition des ponctuations qui alternent, quand elles sont bisériées; mais nous avons fait remarquer que celles-ci étaient presque toujours unisériées.

» Les Conifères fossiles dont le bois appartient au type des *Cedroxylon* descendent donc (et c'est cela que nous désirons faire remarquer) jusque dans l'autumnien au lieu de s'arrêter au rhétien, comme on l'avait cru jusqu'ici.

» Nous distinguerons cette espèce sous le nom de *Cedroxylon varolense*. »

HYDROLOGIE. — *Sur la variation de la composition de l'eau des lacs avec la profondeur et suivant les saisons*. Note de M. A. **Delebecque**, présentée par M. Daubrée.

« Dans une récente Communication (2), j'ai montré que, pendant la saison chaude, la composition chimique de l'eau des lacs n'était pas la même à la surface et dans les profondeurs; j'annonçais en même temps que, pendant l'hiver, la différence devait s'atténuer considérablement.

---

(1) *Cours de Botanique fossile*, 4e année, p. 81; 1885.

(2) *Comptes rendus*, 20 novembre 1893.

L'observation a confirmé mes raisonnements théoriques, comme on peut le voir par le Tableau ci-dessous :

	Dates.	Résidu fixe par litre (2). Surface.	Fond.	
		gr	gr	
Lac d'Annecy..........	18 août 1893	0,138	0,157	65m
	26 décembre 1893	0,140	»	
	14 février 1894	0,146	0,1445	
Lac d'Aiguebelette ...	20 juillet 1893	0,1175	0,1605	71m
	19 août 1893	0,114	0,156	
	15 février 1894	0,1407	0,157	
Lac de Nantua.........	22 octobre 1893	0,154	0,189	43m
	24 décembre 1893	0,175	0,176	
	25 février 1894	0,180	0,1793	
Lac de Saint-Point.....	14 octobre 1893	0,152	0,182	40m
	13 décembre 1893	0,1766	»	
Lac de Genève.........	8 février 1894	0,172	0,1765	310m
Lac du Bourget........	4 mars 1894	0,164	0,164	145m

» A l'exception du lac d'Aiguebelette, les différences observées en hiver sont du même ordre que les erreurs inévitables des évaporations; on peut donc admettre que, pendant cette saison, l'eau des lacs a une composition sensiblement uniforme. L'écart de $0^{gr},0163$ observé au lac d'Aiguebelette tient probablement à ce qu'une partie du lac était encore gelée le jour où j'ai fait mes prises et que la surface recevait de l'eau douce provenant de la fonte de la glace.

» Les chiffres du lac de Nantua sont particulièrement instructifs. Ils montrent à l'évidence l'influence du refroidissement automnal et de la convection thermique verticale qui mélange les eaux de la surface avec celles des profondeurs et fait disparaître les différences constatées en été. Ils montrent aussi que pendant l'hiver la composition de l'eau reste uniforme, mais que le titre augmente légèrement. Comme d'ailleurs le lac est alimenté en majeure partie par des eaux de source, dont la composition chimique ne varie pas sensiblement d'une saison à l'autre, on ne saurait attribuer aux affluents les différences de l'été.

» J'ai toujours trouvé que dans chaque lac la quantité de magnésie était rigoureusement la même, quelle que fût la région du lac, en exceptant, bien entendu, le voisinage *immédiat* des affluents et quelle que fût la

(1) La quantité d'eau évaporée a été presque toujours de 2^{lit}, exceptionnellement de 1^{lit} ou de 1500^{cc} seulement.

saison. Les écarts portent principalement sur la chaux; ils portent aussi sur la silice, dont la quantité dissoute n'excède jamais, d'ailleurs, pour les lacs étudiés, quelques milligrammes par litre. J'en ai conclu qu'il se produisait, pendant l'été, sous l'influence de la chaleur et de la lumière, une décalcification par la vie organique dans les eaux superficielles. Le fait, vérifié pour le lac de Nantua, que, pendant l'hiver, l'uniformité de la composition persiste à partir du moment où elle s'est réalisée sous l'influence de la convection thermique, milite singulièrement en faveur de cette hypothèse.

» M. Guye, le savant professeur de Genève, m'a fait observer que, peut-être, la pression osmotique intervenait pour augmenter en été la concentration des eaux froides du fond et diminuer celle des eaux chaudes de la surface. Des expériences de M. Ch. Soret [1] ont en effet montré que ce phénomène se produisait pour certaines solutions salines renfermées dans un tube dont la partie supérieure était chauffée. Mais, en admettant que la température du lac soit de 25° à la surface et de 4° au fond, la pression osmotique ne peut faire varier la teneur en matières dissoute que dans le rapport inverse des températures absolues [2], soit $\frac{273+4}{273+25} = \frac{1}{1,08}$ environ; or les rapports que j'ai constatés sont toujours beaucoup plus élevés : ils atteignent parfois la valeur $\frac{2}{3}$. La pression osmotique n'est donc pas suffisante pour expliquer les faits observés, mais il paraît toutefois probable que, par son effet, les eaux du fond ont une tendance à se concentrer aux dépens de celles de la surface. Peut-être même peut-elle rendre compte de ce fait singulier que, dans le lac de Nantua, les eaux du fond sont en été légèrement plus riches que celles des affluents.

» De tout ce qui précède, ainsi que de ma Note du 20 novembre, je crois pouvoir tirer les lois suivantes :

» 1° Dans les lacs où le carbonate de chaux est la matière dissoute dominante (lacs du Jura, grands lacs subalpins) les eaux de la surface sont en été moins chargées que celles du fond. La différence provient principalement d'une décalcification par la vie organique et peut-être aussi d'autres causes, parmi lesquelles figure la pression osmotique. La quantité de magnésie dissoute ne varie pas d'un point à l'autre du lac, ni d'une saison à l'autre. Cette décalcification s'exerce d'une façon énergique jus-

---

(1) *Archives de Genève*, 1879, 1880, 1884.

(2) Van't Hoff, *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. I, p. 488; 1887.

qu'à une profondeur d'environ 15^m. Elle est surtout sensible dans les lacs petits et encaissés et peut ramener le titre des eaux superficielles aux $\frac{2}{3}$ de celui des eaux profondes.

» 2° L'eau de l'émissaire a la même composition que l'eau de la surface; elle n'est pas un mélange des eaux des diverses régions du lac.

» 3° La convection verticale, due au refroidissement automnal, rend aux eaux des lacs une composition uniforme. Pendant l'hiver, cette uniformité persiste, mais la teneur en matières dissoutes augmente jusqu'au printemps dans l'ensemble du lac, probablement par ce fait que les eaux des affluents sont en général un peu plus chargées que celles des lacs. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la température des cavernes*. Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Daubrée.

« Il résulte d'un millier environ d'observations thermométriques, effectuées au cours de mes explorations d'abîmes, cavernes et sources, en France, Belgique, Autriche et Grèce, de 1888 à 1893, que la température des cavités souterraines naturelles n'est pas universellement égale à la température moyenne annuelle du lieu. Ce principe météorologique doit être amendé par les quatre suivants :

» I. La température de l'air des cavernes n'est pas constante.

Aven de Hures (Lozère), 25 juin 1889, 9° à 9°,5; 15 octobre 1892, 6°,5 à 7°.— Tindoul de la Vayssière (Aveyron), juillet 1891, 11°; 9 juillet 1893, 12°,3. — Grotte-abîme de la Crousate (Lot), 12 juillet 1891, 11°; 12 juillet 1893, 13°. — Creux de Souci (Puy-de-Dôme), 19 juin 1892, 1° à 2°,25; 6 novembre, 3°; 10 août 1893, 2°,1, etc.

Le même phénomène a été constaté aux grottes d'Adelsberg et Cerna-Jama (Carniole), Béla et Aggtelek (Hongrie), etc.

» II. La température n'est pas uniforme dans les diverses parties d'une même cavité.

Grotte des Doumizelles (Hérault), 9°,5, 13° et 14°. — Abîme de Rabanel (Hérault), 11° à 25^m de profondeur, 7°,5 à 130^m, 13° à 165^m, 9°,5 au fond à 212^m.—Grotte de la Poujade (Aveyron), 7°,5 à 12°,3. — Abîme de la Fage (Lot) 5° à 14°. — Adelsberg, Cerna-Jama, Béla, Aggtelek, etc.

» III. La température de l'eau des cavernes est sujette aux mêmes variations et dissemblances que celle de l'air.

» Creux de Souci, 19 juin 1892, 1°,2; 6 novembre 1892, 2°,1. — Tindoul de la

Vayssière, juillet 1891, 10°,5; 9 juillet 1893, 11°,8. — La Poujade, 6°,8 et 11°,5 (18 septembre 1892, deux flaques d'eau différentes). — Grotte d'Adelsberg, 7° à 8°,5 (eau de suintement); 9° à 16° (eau courante de la Piuka). — Cerna-Jama, 4°,8 à 7°,4 (eau de suintement) etc.

» IV. La température de l'eau et celle de l'air dans les cavernes sont souvent discordantes.

	Eau.	Air.
Creux de Sauci	1°,2 à 2°,1	1° à 3°
Tindoul	10°,5 et 11°,8	11° et 12°,3
La Poujade	6°,5 et 11°,5	7°,5 et 12°,3
Dargilan	8°,5	9°,2 à 10°,5
Boundoulaou (Aveyron)	11°,2	12°,4
Fosse mobile (Charente)	10°,5	7°
Adelsberg (16 sept. 1893)	16°	14°
Cerna-Jama (27 sept. 1893)	12°,3	11°
Piuka-Jama (id.)	12°,2	10°,6
Kleinhaüsel (18 sept. 1893)	11°,2	12°

» Les causes de tant d'anomalies ne pourront être bien déterminées qu'après des études méthodiques et prolongées. Actuellement, il ne nous paraît possible d'en indiquer que quatre.

» 1° La *fissuration* des terrains, où sont creusées les cavernes, facilite l'introduction de l'air extérieur, au même titre que celle des eaux d'infiltration.

» 2° La *forme* des cavités.

» 3° La *densité* de l'air froid, qui l'attire et l'emmagasine dans les profondeurs. En effet, les rétrécissementset les dénivellations provoquent des appels et courants d'air, qui peuvent troubler l'équilibre de température; les abîmes à double orifice et en forme de sablier (deux entonnoirs superposés par leur pointe) favorisent la chute et l'emprisonnement de l'air froid en hiver, et entravent son remplacement par l'air chaud.

» Lou Cervi (Vaucluse), 6°,5 à 7°, au lieu de 8°,75, moyenne du lieu; Creux de Souci; Creux Percé (—1°, à 475m d'altitude, Côte-d'Or); Rabanel, 7°,5; Igue de Biau (Lot), 5° à 300m d'altitude; abîmes du Causse Méjean, à la fin d'octobre 1892; abîme de la Fage (Lot), en automne; Fosse mobile (Charente), 7° en avril 1892, à 110m d'altitude, etc.

» 4° L'influence de l'eau peut se faire sentir de deux manières différentes, soit en refroidissant l'air par un effet d'évaporation quand elle suinte lentement, soit en y apportant toutes les variations de l'air exté-

rieur, en y pénétrant sous forme de rivières venant du dehors (Bramabiau, Gard; Piuka et Recca dans le Karst, etc.).

» Abîme de Tabourel, Aveyron; air à 8° au lieu de 9°,5; Dargilan, 8°,5 au lieu de 9°,2 à 10°,5; Igue de Biau, 5°; Cerna-Jama, 6° à 8° au lieu de 11°.

» Le voisinage d'eaux thermales ou de foyers volcaniques (même éteints) peut réchauffer d'ailleurs des cavernes, comme on l'a vu à Monsumano (Toscane), à Montels (Hérault, d'après Marcel de Serres), etc. (1). »

M. G. **Mouret** adresse une Note « Sur la démonstration du principe de l'équivalence entre la chaleur et le travail ».

La séance est levée à 4 heures et demie.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 février 1894.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XVIII. Janvier 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. gr. in-8°.

Un nouveau système de pêche, par G. Trouvé. Paris, 1894; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Les émules de Darwin, par A. de Quatrefages, Membre de l'Institut, professeur au Muséum d'Histoire naturelle de Paris. Précédé d'une préface par M. Edmond Perrier, Membre de l'Institut, professeur au Muséum, et d'une Notice sur la vie et les travaux de Quatrefages, par M. L.-J. Hamy, Membre de l'Institut, professeur au Muséum. Paris, Félix Alcan, 1894; 2 vol. in-8°.

Rapport présenté à M. le Ministre de l'Instruction publique, des Cultes et des

---

(1) Dans un Ouvrage d'ensemble, actuellement sous presse, sur mes recherches souterraines, un Chapitre spécial donnera des détails et chiffres justificatifs à l'appui des constatations que je viens de résumer brièvement.

Beaux-Arts, par M. GEORGES PICOT, Membre de l'Institut, au nom de la Commission des Bibliothèques nationales et municipales chargée d'examiner l'état de l'inventaire des livres imprimés de la Bibliothèque nationale et les moyens d'en effectuer l'impression. Paris, Imprimerie nationale, 1894; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 29 janvier 1894.)

Note de M. le général *Derrécagaix*, sur la nouvelle mesure de la superficie de la France :

Page 236, *il faut lire :*

Les résultats obtenus par le calcul et les mesures, combinés, ont donné, pour la superficie de la France et de ses îles, la Corse comprise, les chiffres ci-après :

Ellipsoïde de la Carte de France	.....	536,464 kmq
» de Bessel	.....	536,469
» de Clarke	.....	536,479

soit 53647900 hectares.

(Séance du 26 février 1894.)

Note de M. *Charles Lepierre*, Analyse d'un fromage avarié, etc. :

Page 477, ligne 4, *au lieu de* $C^{16}H^{24}Az^2O^4$, *lisez* $C^{16}H^{23}Az^2O^4$.
Page 478, dernière ligne, *au lieu de* Minéralogie, *lisez* Microbiologie.

(Séance du 5 mars 1894.)

Note du P. *Colin*, Travaux à Madagascar en 1892 :

Page 510, ligne 13 en remontant, *au lieu* de 0',5, *lisez* 0^s,5.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 MARS 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance du lundi 26 mars sera remise au mardi 27.

M. **Lœwy**, en rappelant à l'Académie la perte qu'elle a faite dans la personne de M. le général *Favé*, s'exprime comme il suit :

« Messieurs,

» Vous avez déjà appris certainement la nouvelle perte que vient d'éprouver l'Académie. Notre Confrère, le général Favé, qui avait atteint l'âge de 82 ans, a été enlevé à l'affection des siens, la semaine dernière, après une courte maladie. La cérémonie funèbre a eu lieu vendredi, et, selon le vœu de la famille, aucun discours n'a été prononcé aux funérailles. Il ne convient donc pas de parler, à l'heure actuelle, de l'œuvre

historique et scientifique de notre éminent Confrère, qui témoigne de la haute culture de son esprit. Je crois toutefois répondre à votre désir en manifestant le profond chagrin que nous inspire la mort de notre vénéré Confrère, du général qui a consacré à sa patrie une longue vie de travail et d'honneur. Par la loyauté et l'amabilité de son caractère et par sa noble intelligence, le général était pour nous un Confrère particulièrement aimé, et je lui adresse ici, au nom de l'Académie, un dernier adieu et l'hommage de nos regrets unanimes. »

MÉCANIQUE. — *Sur un appareil relatif à la question de la marche horizontale de l'homme;* par M. H. Resal.

« J'ai l'honneur de placer sous les yeux de l'Académie un petit mécanisme qui, à proprement parler, n'est qu'un joujou, mais qui met en évidence des effets mécaniques très curieux.

» L'appareil se compose d'un mouvement d'horlogerie (contenu dans une boîte rectangulaire), à pendule et à ancre; l'arbre horizontal de l'ancre porte une came qui détermine un mouvement alternatif et intermittent d'une tige métallique verticale, guidée en conséquence, et traversant le couvercle dont la face supérieure est une sorte de sol artificiel. L'extrémité supérieure de la tige, taillée en pivot, supporte le centre de gravité d'une figurine qui représente une danseuse. Chacune des jambes est rigide et articulée au torse, vers les reins, par des anneaux qui jouent à peu près le rôle d'une rotule.

» Lorsque la tige s'élève, les jambes se déplacent, pèsent sur le sol en raison de leur poids, d'où un frottement déterminant un mouvement gyratoire du corps entier avec mouvement relatif des jambes. Quand la tige s'abaisse, un fait analogue se produit, mais le frottement résulte du poids total reporté sur les appuis des pieds.

» En résumé, la figurine est animée d'un mouvement de rotation alternatif autour de la verticale du centre de gravité; les jambes éprouvent des déplacements l'un par rapport à l'autre et par rapport à cette verticale sur laquelle les talons viennent fréquemment se toucher; le mouvement des pieds est saccadé, c'est à peu près tous les effets que l'on observe sur le théâtre.

» L'étude analytique de ces divers mouvements paraît présenter de grandes difficultés. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Des chylifères du rat et de l'absorption intestinale;* par M. L. Ranvier.

« Les villosités intestinales du rat (*Mus decumanus*) ont la forme de lames sémilunaires. Elles ont toutes la même orientation; leur plan est perpendiculaire à l'axe de l'intestin. Elles adhèrent aux tuniques intestinales par leur bord rectiligne seulement et sont entièrement libres dans le reste de leur étendue. Chacune possède une artériole centrale et deux veines latérales. L'artériole gagne en droite ligne le sommet de la villosité et s'y termine en formant un bouquet de vaisseaux qui alimentent le réseau capillaire. Ce réseau est des plus remarquables. Il est double, en ce sens qu'il y a un réseau pour chacune des faces de la villosité. De plus, le bord arrondi de celle-ci est occupé par un capillaire d'une régularité parfaite, en forme d'arc, auquel je donnerai le nom de *capillaire marginal*. Le capillaire marginal et les capillaires qui occupent les deux faces de la villosité ont une structure spéciale. Je n'ai jamais pu, au moyen du nitrate d'argent, y déceler la présence de plaques endothéliales; mais sous l'influence de ce réactif j'ai vu s'y dessiner un réseau ménagé en blanc, sur fond noir, qui correspond à un reticulum protoplasmique. Les capillaires de la villosité intestinale du rat ont donc la structure des capillaires embryonnaires. Il me paraît probable que cette structure est en rapport avec le rôle considérable et très actif de ces vaisseaux dans l'absorption intestinale. Les veines latérales naissent dans l'intérieur de la villosité à une petite distance de son bord. Elles ne reçoivent pas directement le sang du capillaire marginal. Il leur arrive par l'intermédiaire des capillaires qui occupent chacune des deux faces de la villosité.

» Je passe à la description des chylifères. Le réseau lymphatique principal de l'intestin occupe la celluleuse, c'est-à-dire cette couche conjonctive qui se trouve entre la musculeuse de la muqueuse et la musculeuse proprement dite. Ce réseau est entièrement constitué par des capillaires lymphatiques, c'est-à-dire par des vaisseaux sans paroi musculaire, sans valvules et caractérisés surtout par la forme toute spéciale de leur endothélium. Cet endothélium est formé de cellules *denticulées*. Les troncs lymphatiques, ceux qui cheminent dans les rayons vasculaires du mésentère, par exemple, ont au contraire des valvules, possèdent une tunique musculaire bien marquée et ont un endothélium semblable à celui des

veines. Cette distinction entre les troncs lymphatiques et les capillaires lymphatiques est fondamentale. Elle s'applique au système lymphatique tout entier.

» Du réseau lymphatique de la celluleuse se dégagent des vaisseaux qui refoulent devant eux les éléments musculaires de la musculeuse de la muqueuse pour les conduire dans les villosités où ils constituent le muscle de Brücke.

» A la base de chaque villosité, les lymphatiques se réunissent pour former une sorte d'ampoule, à laquelle je donnerai le nom d'*ampoule basale*. L'ampoule basale est relativement vaste. Sa forme est celle d'un ovoïde aplati. Son grand axe est perpendiculaire à la direction de l'intestin. Il s'en dégage trois, quatre, cinq et jusqu'à huit capillaires lymphatiques qui pénètrent dans la villosité, s'anastomosent entre eux et se terminent par des culs-de-sac en forme de doigt de gant. Quelquefois aussi, ils s'anastomosent par inosculation. Alors ils se terminent par des anses.

» Toute cette description est fondée sur l'observation de préparations dans lesquelles les vaisseaux sanguins et les lymphatiques ont été injectés, les uns de carmin, les autres de bleu de Prusse. Ces préparations sont très démonstratives. Je les ai déjà montrées à un grand nombre de personnes que l'Histologie intéresse, aux auditeurs de mon cours notamment. Je les soumettrai toujours avec plaisir à tous ceux qui désireront en faire l'examen.

» Il n'y a donc pas dans la villosité membraneuse du rat un chylifère central, correspondant à la description classique, mais plusieurs chylifères qui forment un plexus et se terminent soit par des culs-de-sac, soit par des anses. Au lieu de dire se terminent, je devrais dire ont pour origine des culs-de-sac ou des anses, et ajouter qu'il n'y a pas lieu de leur chercher une autre origine quelle quelle soit. C'est là une grave question d'Histologie sur laquelle je crois aujourd'hui pouvoir et même devoir être absolument affirmatif.

» Avant d'arriver à mes recherches sur le mécanisme de l'absorption intestinale, je veux encore donner quelques renseignements indispensables sur la structure de la villosité. L'épithélium qui la recouvre est bien connu. Il est formé de deux espèces de cellules, les cellules cylindriques à plateau strié et les cellules caliciformes ou glandes muqueuses unicellulaires. On y observe encore un nombre variable de cellules lymphatiques en migration, comme il y en a du reste dans presque tous les épithéliums, même les épithéliums glandulaires. L'épithélium de la villosité repose sur

une membrane, une vraie membrane. Cette membrane est fenêtrée. Elle est doublée de cellules étoilées, ramifiées et anastomosées les unes avec les autres de manière à constituer un reticulum protoplasmique continu. Je ne veux pas formuler aujourd'hui mon opinion sur la signification morphologique de cette membrane, parce que cela m'entraînerait à une discussion qui m'éloignerait trop du sujet principal de cette Communication.

» C'est dans l'épaisseur même de la membrane limitante de la villosité que sont compris les capillaires embryonnaires dont il a été question plus haut. Cette membrane possède encore un plexus nerveux d'une grande richesse. L'espace ou cavité qu'elle limite contient l'artériole centrale, les veines latérales, les chylifères, un réseau de fibres musculaires lisses, résultant de l'expansion de la musculeuse de la muqueuse, et un nombre considérable, mais variable, de cellules rondes, de divers diamètres, qui paraissent être toutes ou presque toutes des cellules lymphatiques en migration. Je n'y ai jamais observé, dans la villosité intestinale du rat, ni une fibre conjonctive, ni une fibre élastique.

» Je crois avoir exposé maintenant toutes les notions anatomiques que l'on doit avoir pour comprendre l'absorption intestinale, au moins dans ce qu'elle a d'essentiel. Lorsqu'un phénomène physiologique a une marche lente et régulière, il est difficile d'en saisir les diverses phases et, par conséquent, le mécanisme. C'est pour cela que la nutrition et l'évolution sont si imparfaitement connues, et à coup sûr si Ludwig n'avait pas fait la découverte des nerfs sécréteurs, on ne saurait pas grand'chose aujourd'hui sur le mécanisme de la sécrétion. Pourquoi la connaissance des nerfs sécréteurs a-t-elle permis d'aborder et même de pousser si loin l'étude de ce mécanisme? Parce qu'elle a donné le moyen d'exagérer la sécrétion à un degré tel que les phénomènes obscurs jusque-là sont devenus évidents. J'ai donc essayé de faire pour l'absorption ce que l'on a fait pour la sécrétion, ces deux fonctions parallèles et si importantes à la nutrition. J'y suis arrivé par un procédé fort simple. Après avoir laissé un rat à jeun pendant deux jours, je le soumets au régime exclusif des noix et de l'eau pendant un, deux ou trois jours. Pour que l'expérience réussisse, il faut que le rat soit bien portant, ce que l'on reconnaît à ce qu'il mange les noix avec avidité. On sacrifie l'animal en le mettant sous une cloche avec un peu de chloroforme. Après lui avoir ouvert la cavité abdominale, on constate que le duodénum et le jéjunum sont blancs, lactescents, et que les chylifères du mésentère sont remplis de chyle. Une portion de l'intestin, après avoir été détachée et fendue suivant sa longueur, est placée dans l'alcool au tiers.

Une autre, comprise entre deux ligatures, est remplie d'une solution d'acide osmique à 1 pour 100 et plongée dans la même solution. On l'en retire au bout de dix minutes et, après l'avoir ouverte, on la place dans l'eau.

» La première portion d'intestin, après un séjour de vingt-quatre heures dans l'alcool au tiers, est aussi mise dans l'eau. On en chasse le revêtement épithélial au moyen du pinceau, et l'on en examine les bords à l'aide d'un grossissement de 100 diamètres. On y voit un grand nombre de villosités mises à nu, dont les chylifères sont remplis non pas de chyle granuleux, mais d'huile en nature : on dirait qu'on les a injectés directement. Il y a, en outre, dans diverses régions de la villosité, en dehors des chylifères, des gouttes d'huile qui sont entièrement libres.

» Tous les éléments cellulaires, quels qu'ils soient, à l'exception des cellules musculaires, c'est-à-dire les cellules de la membrane limitante, les cellules endothéliales des capillaires sanguins, les cellules lymphatiques en migration, les cellules endothéliales des chylifères, sont infiltrées de fines granulations graisseuses.

» Ce sont là des faits que l'on peut observer sans être exercé aux recherches histologiques; ils sont presque d'ordre macroscopique. Il n'en est pas tout à fait de même de ceux qui se produisent dans le revêtement épithélial. Ces derniers faits ont une grande importance, car ce sont eux qui permettent d'interpréter les autres, c'est-à-dire de formuler à leur sujet une hypothèse vraisemblable. Pour les observer, il faut employer de forts grossissements et examiner l'intestin osmiqué, soit sur des coupes longitudinales, soit dans des préparations méthodiques faites par dissociation.

» L'huile passe par les cellules épithéliales cylindriques et uniquement par ces cellules. Il n'y en a jamais dans les cellules caliciformes, et les cellules lymphatiques migratrices, chez le rat, n'arrivent jamais à la surface.

» Il y a lieu de considérer à chaque cellule cylindrique cinq zones ou tranches distinctes : 1° le plateau strié; 2° une zone sous-jacente qui occupe à peu près la moitié de la hauteur comprise entre le plateau strié et le noyau, caractérisée par la coloration qu'elle prend sous l'influence des couleurs d'aniline, le bleu soluble notamment, et une striation granuleuse longitudinale; 3° une zone hyaline supra-nucléaire; 4° la zone nucléaire; 5° la zone caudale.

» Le plateau strié, comme l'ont reconnu aujourd'hui la plupart des

histologistes, doit son apparence striée à des canaux extrêmement minces. On n'y voit jamais de granulations graisseuses. Il faut qu'elles y passent très vite, ou qu'elles y soient d'une grande finesse, comme celles du chyle, par exemple. Dans la zone sous-jacente, après vingt-quatre heures du régime des noix, il y a des granulations graisseuses fines, sphériques, disposées suivant des rangées longitudinales. Dans la zone supra-nucléaire, les granulations graisseuses sont plus volumineuses et comme disposées au hasard. Elles s'accumulent au-dessus du noyau, s'avancent sur ses côtés; puis, au lieu de poursuivre leur trajet dans la cellule, elles en sortent et viennent s'accumuler dans les interstices cellulaires. Lorsqu'elles sont nombreuses, elles confluent, se fondent les unes dans les autres, et forment ainsi un bain d'huile dans lequel les cellules sont à moitié plongées et qui repose sur la membrane limitante de la villosité. Les cellules ne sont plus fixées à cette membrane que par leur extrême pointe; aussi n'y sont-elles plus solidement établies.

» De cette observation, il résulte que la graisse peut être à la fois prise par une cellule et rejetée par elle. C'est tout ce qu'il faut pour comprendre tous les faits que nous avons observés dans le corps de la villosité, surtout si nous ajoutons qu'il se fait un courant abondant de plasma qui va forcément des capillaires sanguins où la pression est la plus forte aux chylifères où elle est à peu près nulle.

» Il me semble que l'on peut comparer la série des éléments qui transportent la graisse dans les villosités à la chaîne que l'on fait pour conduire l'eau sur le lieu d'un incendie, avec cette différence que les cellules qui représentent les personnes de la chaîne abandonnent simplement les matériaux dont elles se sont chargées, sans se préoccuper de savoir si d'autres les prendront.

» Le rôle du plateau strié des cellules épithéliales cylindriques peut être compris à l'aide d'une expérience comparative. Cette expérience, je l'ai faite il y a près de vingt ans. Elle consiste à introduire dans la cavité péritonéale d'un mammifère de la myéline en suspension dans l'eau salée à la dose physiologique. La myéline est prise en nature par les cellules lymphatiques, tandis qu'il ne pénètre dans les cellules endothéliales de la séreuse que de fines granulations graisseuses. La plaque endothéliale, qui est une cuticule comme le plateau strié des cellules cylindriques, s'oppose au passage de la myéline, mais laisse passer la graisse.

» J'ai nourri des rats avec de la myéline. Je n'ai jamais trouvé cette

substance, dont les réactions, comme on le sait, sont caractéristiques, ni dans les cellules épithéliales, ni dans le stroma de la villosité, ni dans les chylifères. On y observait seulement des granulations graisseuses. Je crois d'après cela que le plateau strié des cellules cylindriques joue le rôle d'un filtre d'une très grande délicatesse et que c'est grâce à lui que les animaux évitent nombre d'intoxications qui pour eux seraient rapidement mortelles.

» Il me reste à poser une dernière question à laquelle j'essayerai encore de répondre par une expérience.

» On a vu que la graisse peut exister dans l'intérieur des chylifères des villosités non pas à l'état de fines granulations comme dans le chyle ordinaire, mais sous forme d'huile en masse. Il faut nécessairement que, pour former du chyle, cette huile soit émulsionnée de nouveau. Or on ne peut plus songer à faire intervenir ici ni la bile, ni le suc pancréatique. Il fallait donc chercher une autre explication. Je me suis alors demandé si la lymphe ne pourrait pas à elle seule produire l'émulsion. Voici l'expérience bien simple que j'ai faite pour répondre à cette question : de la lymphe péritonéale de la Grenouille a été déposée dans une de ces cellules de verre dont on fait usage dans les recherches microscopiques et l'on y a ajouté une gouttelette d'huile d'olive; puis l'on a recouvert d'une lamelle. Examinant alors au microscope, on vit bientôt se former au contact des deux liquides des granulations graisseuses très fines, comparables à celles du chyle.

Chez les Batraciens, l'absorption de la graisse paraît se faire par un mécanisme un peu différent de celui que j'ai décrit dans cette Note. J'en ferai le sujet d'une autre Communication.

» Les faits que je viens d'exposer ne sont pas tous nouveaux. La plupart des histologistes ont observé des granulations graisseuses dans les cellules cylindriques de l'intestin. Donders a vu des gouttes de graisse libres dans les villosités. Mauthner a reconnu qu'il y a de la graisse entre les cellules épithéliales. Schäfer a constaté la présence de granulations graisseuses dans les cellules lymphatiques. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. Ithier adresse un Mémoire sur la direction des ballons.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE — *Observations des planètes* 1894, AX *Wolf*, AY *Wolf*, AZ *Courty*, BA *Charlois, faites à l'observatoire de Toulouse (équatorial Brunner)*, par M. E. Cosserat; transmises par M. Tisserand.

Dates 1894.	Planètes.	Étoiles de compar.	Planète — Étoile Æ.	Planète — Étoile Décl.	Nombre de compar.
			m s	′ ″	
Mars 5....	AX	*a* 2414 BD + 7°	−1.25,20	+ 3.16,2	12:20
5....	AY	*b* 2474 BD + 5	−1. 0,22	− 5.23,7	12:20
7....	AZ	*c* 2128 BD + 23	+0.16,08	− 8. 5,6	12:20
7....	AY	*d* 2469 BD + 5	−0.27,77	+ 3.48,8	12:20
9....	BA	*e* 2273 BD + 11	+0.44,28	+ 5. 3,4	18:20
9....	AY	*f* 2468 BD + 5	−1.47,12	− 5.19,8	12:20
9....	AX	*g* 2384 BD + 6	+0.58,86	+16.29,2	12:20
12....	AX	*h* 2369 BD + 6	+2.45,46	+ 9.46,1	12:20
12....	BA	*i* 2268 BD + 11	+1. 5,73	− 8.16,6	12:22

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1894.	Étoiles de compar.	Ascens. droite moyenne 1894,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1894,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mars 5..	*a*	11. 1.50,13	+1,73	+ 6.55.37,0	−7,9	BD., T. VI
5..	*b*	11.12. 7,45	+1,69	+ 4.54. 4,8	−8,4	160 W_1, H. 11
7..	*c*	9.32.41,72	+1,92	+23.27. 9,1	−0,7	648 W_2, H. 9
7..	*d*	11.10.11,22	+1,71	+ 5. 3.37,9	−8,4	120 W_1, H. 11
9..	*e*	10.38.51,13	+1,80	+10.55.59,9	−6,5	656 W_1, H. 10
9..	*f*	11.10. 3,04	+1,73	+ 5.32. 6,3	−8,5	116 W_1, H. 11
9..	*g*	10.55.15,68	+1,74	+ 6.40.16,9	−7,7	960 W_1, H. 10
12..	*h*	10.50.31,34	+1,75	+ 6.45. 3,5	−7,5	$\frac{1}{3}$(881 W_1, H.10 + 2 Paris 13379)
12..	*i*	10.36. 5,99	+1,80	+11.17.36,7	−6,3	604 W_1, H. 10

Positions apparentes des planètes.

Dates 1894.	Planètes.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
		h m s	h m s		° ′ ″	
Mars 5	AX	8.57.22	11. 0.26,66	$\bar{1},500_n$	+ 6.58.45,3	0,740
5	AY	11.20.47	11.11. 8,92	$\bar{1},014_n$	+ 4.48.32,7	0,742
7	AZ	9. 0.25	9.32.59,72	$\bar{1},253_n$	+23.19. 2,8	0,509
7	AY	9.37.39	11. 9.45,16	$\bar{1},417_n$	+ 5. 7.18,3	0,747
9	BA	9.18.13	10.39.37,21	$\bar{1},373_n$	+11. 0.56,8	0,693
9	AY	10. 7.21	11. 8.17,65	$\bar{1},300_n$	+ 5.26.38,0	0,740
9	AX	10.39.50	10.56.16,28	$\bar{1},088_n$	+ 6.56.38,4	0,722
12	AX	9. 0.11	10.53.18,55	$\bar{1},422_n$	+ 6.54.42,1	0,734
12	BA	9.43.10	10.37.13.52	$\bar{1},232_n$	+11. 9.13,8	0,682

ASTRONOMIE. — *Observations des nouvelles planètes* BB (*Charlois, Nice* 8 *mars*) *et* AX (*Heidelberg* 1^er^ *mars*), *faites à l'équatorial coudé de l'observatoire de Lyon;* par M. **G. Le Cadet**, transmises par M. Tisserand.

PLANÈTE BB.

Dates 1894.	Temps moyen de Paris.	Planète — Étoile. Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	Planète α app.	Log. fact. parall.	Planète δ apparente.	Log. fact. parall.	⋆.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Mars 12..	9.13.17	−2.29,67	+4.40,8	5:5	9.29.34,28	$8,903_n$	+4. 2.14,8	0,768	*a*
12..	9.45.21	+0.30,11	+0.48,0	6:6	9.29.33,33	$8,348_n$	+4. 2.10,3	0,767	*b*
14..	9.21.25	+2.38,67	+1.49,6	8:8	9.28.23,85	$8,692_n$	+4. 8.35,6	0,766	*c*
14..	9.21.25	+1. 5,52	−1. 5,7	8:8	9.28.23,86	$8,692_n$	+4. 8.35,8	0,766	*d*

PLANÈTE AX.

Mars 14..	10.32. 4	−0. 5,05	+0.40,9	4:4	10.51.16,70	$8,851_n$	+6.53. 4,6	0,742	*e*

Positions moyennes des étoiles de comparaison.

⋆.	Ascens. droite moyenne 1894,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1894,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a BD+4,2220	9.32. 2,38	+1,57	+3.57.38,0	−4,0	W_1 9^h, 662
b BD+4,2210	9.29. 1,66	+1,56	+4. 1.26,1	−3,8	W_1 9^h, 586
c BD+4,2199	9.25.43,64	+1,54	+4. 6.50,4	−4,4	$\frac{1}{4}(W_1 503 + M_1 4222 + 2\,Paris_3\,11709)$
d BD+4,2203	9.27.16,79	+1,55	+4. 9.45,8	−4,3	W_1 552 rapportée à ⋆ *c*
e BD+7,2386	10.51.19,99	+1,76	+6.52.31,2	−7,5	Rapportée à 56 Lion (Paris et Gl_2.)

» *Remarques.* — On a comparé (a) et (b) et obtenu

$$\Delta\alpha(a-b) = +3^{m}0^{s},74, \qquad \Delta\delta(a-b) = -3'56'',7.$$

La première observation du 12 mars ainsi rapportée à (b) donne

1894. Mars 12...	$9^h 13^m 17^s$ TMP	$\alpha = 9^h 29^m 34^s,29$	$\delta = +4°2'6'',4$	
Mars 14...	($\star$ e — 56 Lion)	5:5 Cp.	$\Delta\alpha = +0^m 48^s,75$	$\Delta\delta = +7'27'',1$

» Le 12 mars les images étaient ondulantes. La planète BB est estimée 11ᵉ. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les variations de l'effet Peltier produites par l'aimantation.* Note de M. L. **Houllevigue**, présentée par M. Lippmann.

« On sait, depuis les expériences de Sir W. Thomson, Grimaldi, Chassagny, qu'une pile thermo-électrique contenant un métal magnétique a une force électromotrice variable avec le champ dans lequel on la maintient. On peut tirer de là une conséquence relativement aux variations de l'effet Peltier.

» A cet effet, considérons, par exemple, deux piles thermo-électriques fer-cuivre opposées, dont les soudures sont aux températures absolues T et T + dT. Dans l'une, le fer est doux; dans l'autre, il est placé dans un champ d'intensité et de directions fixes. Appelons f_T la différence de potentiel à T°, entre le fer doux et le cuivre, c'est-à-dire le potentiel du cuivre moins celui du fer; f'_T représentera la quantité analogue au contact cuivre-fer aimanté.

» La force électromotrice du couple cuivre-fer doux est

$$e = f_T - f_{T+dT} = -dT\frac{d}{dT}f_T.$$

» La force électromotrice du couple cuivre-fer aimanté est pareillement

$$e' = -dT\frac{d}{dT}f'_T.$$

» Posons $e' - e = d\varepsilon$; $d\varepsilon$ est une quantité qui dépend à la fois de la température et du champ magnétique. On a

$$(1) \qquad \frac{d}{dT}f_T - \frac{d}{dT}f'_T = \frac{d\varepsilon}{dT}.$$

» Appliquons la formule établie par Lorenz et qui relie l'effet Peltier aux différences de potentiel au contact.

» Soient ϖ l'effet Peltier pour un courant passant du fer doux au cuivre, ϖ' pour un courant passant du fer aimanté au cuivre, on a

$$\varpi = -\frac{T}{J}\frac{d}{dT}f_T,$$

$$\varpi' = -\frac{T}{J}\frac{d}{dT}f'_T.$$

» L'équation (1) peut alors s'écrire

$$\varpi' - \varpi = \frac{T}{J}\frac{d\varepsilon}{dT}. \tag{2}$$

» Examinons les conséquences qu'on en peut tirer :

» 1° *Fer aimanté longitudinalement.* — Il résulte des expériences de Sir W. Thomson que $\frac{d\varepsilon}{dT} > 0$. D'après M. Chassagny, $\frac{d\varepsilon}{dT}$ est positif pour des champs < 200 C. G. S; pour des champs très forts, il paraît devoir changer de signe.

» Donc le dégagement de chaleur au contact cuivre-fer aimanté longitudinalement augmente par l'aimantation, pourvu qu'elle ne soit pas trop forte. Dans un champ très intense, le contraire se produit peut-être.

» 2° *Nickel aimanté longitudinalement.* — D'après Sir W. Thomson, il se comporte comme le fer aimanté longitudinalement. Donc l'effet Peltier doit varier dans le même sens.

» 3° *Fer aimanté transversalement.* — D'après Sir W. Thomson, l'effet serait contraire au précédent, $\frac{d\varepsilon}{dT} < 0$, donc $\varpi' < \varpi$.

» 4° *Bismuth.* — D'après M. Grimaldi, $\frac{d\varepsilon}{dT}$ est toujours positif pour le bismuth pur, qu'il soit aimanté longitudinalement ou transversalement. De plus, l'effet ne serait sensible que pour des champs > 1000 C. G. S. L'effet Peltier au contact bismuth-cuivre augmenterait donc toujours quand on place le couple dans un champ magnétique puissant. L'effet se renverserait pour le bismuth commercial.

» J'ajouterai en terminant la remarque suivante :

» L'équation (1) peut s'écrire $\frac{\partial}{\partial T}V_T = \frac{d\varepsilon}{dT}$, V_T étant la différence de potentiel qui existe à T° entre le métal doux et le même métal aimanté. Supposons qu'on ait déterminé les valeurs de $\frac{d\varepsilon}{dT}$ pour toutes les valeurs de T et du champ magnétique M, et qu'on les relie par une formule géné-

rale $\frac{d\varepsilon}{dT} = \varphi(T, M)$. On aura alors

$$V_T = \int \varphi(T, M)\, dT,$$

ce qui fournira la solution générale du problème suivant : *Trouver, à une température* T, *la différence de potentiel entre un métal doux et le même métal placé dans un champ* M.

» Je m'occupe actuellement de la solution expérimentale de ce problème. »

ÉLECTRICITÉ. — *Nouvelle méthode pour étudier la convection électrique dans les gaz*. Note de M. N. **Piltchikoff**, présentée par M. Lippmann.

« On sait qu'un conducteur pointu se décharge silencieusement quand sa tension devient suffisamment élevée : c'est la décharge par convection. Voici une nouvelle méthode pour étudier ce phénomène.

» Plaçons une pointe au dessus d'une couche d'huile de ricin, contenue dans un vase métallique électrisé de signe contraire à l'électricité de la pointe, à l'aide d'une machine de Voss : une large dépression se produit sur la surface du liquide; et, si l'on approche davantage la pointe du liquide, au centre de cette dépression primaire se forme une série de dépressions secondaires. Si nous plaçons entre la pointe et l'huile divers écrans, nous voyons que :

» 1° Chaque écran produit dans la dépression primaire un soulèvement semblable à l'ombre géométrique que produirait la pointe supposée lumineuse;

» 2° Dans ces *ombres électriques*, on n'observe jamais de dépressions secondaires;

» 3° Tous les points d'une ombre électrique sont sur le même niveau que le liquide extérieur à la dépression primaire.

» La convection suit, en général, les lignes de force; si celles-ci sont courbes, l'ombre électrique d'un disque de mica, percé d'un orifice en forme de croix, a l'aspect d'un disque soulevé, entourant la croix déprimée. L'ombre d'un anneau métallique s'élargit si le corps est chargé de même signe que la pointe, et se rétrécit dans le cas contraire. L'ombre des tubes de Geissler ou de Tesla présente, pendant qu'ils sont traversés par une décharge, un rétrécissement, quel que soit le signe de l'électrisation de la pointe.

» J'ai fait des expériences en vue de comparer la décharge par convection à l'effet d'un jet d'air comprimé. Un jet puissant, très voisin de la pointe, ne fait pas dévier l'ombre électrique; il semble donc naturel d'admettre que la convection n'est qu'une projection, par la pointe, d'un nombre de molécules relativement petit, douées de vitesses relativement grandes.

» Quelle explication peut-on donner de ce mouvement, suivant les lignes de force, dans un milieu aussi résistant que l'air? Un examen des forces, dont dépend le mouvement d'une molécule chargée, montre que si la force motrice est proportionnelle à la première puissance du rayon de la molécule, la résistance est proportionnelle au carré, et la force déviatrice (provenant de l'inertie) au cube de ce rayon; à une force motrice relativement grande peuvent donc correspondre des forces résistante et déviatrice petites, ce qui suffit à expliquer le mouvement rapide des molécules chargées, suivant les lignes de force électriques.

» En étudiant le phénomène dans divers gaz et sous diverses pressions, j'ai observé que, pour des pressions de l'ordre d'une atmosphère, les ombres électriques sont semblables pour les divers diélectriques, mais que les dépressions secondaires sont différentes. Sous de faibles pressions, il n'y a plus d'ombres électriques, mais seulement des phénomènes optiques très beaux.

» J'ai photographié, avec une pose de vingt secondes, des ombres électriques produites dans l'air libre sur une couche d'huile de ricin; la longueur de la pose montre la stabilité du phénomène. Les ombres changent peu, même pour de grandes variations dans l'intensité de la convection.

» Une des photographies, celle de l'ombre d'un fil de platine rendu incandescent par le passage du courant, présente un intérêt particulier : elle confirme l'explication de la transmission de l'électricité par l'air chaud donnée par M. Blondlot. Les conditions nouvelles de cette expérience consistent en ce que l'une seulement des électrodes (le fil de platine) est chaude, l'autre (l'huile) est froide. Il se forme pourtant une dépression locale due à la convection provenant du fil chaud. L'air chaud monte, mais la couche superficielle d'air adhérente au fil, devenue libre par l'action de la chaleur, fait la convection qui descend. »

ÉLECTRICITÉ. — *Application de la méthode vectorielle aux appareils à champ tournant asynchrones.* Note de M. A. BLONDEL, présentée par M. A. Cornu.

« La méthode que j'ai indiquée dans une précédente Note ([1]) s'applique à tous les appareils à courants polyphasés ([2]). Elle permet en particulier d'établir très simplement la théorie élémentaire des appareils asynchrones constitués par un système *primaire* à courants polyphasés et un système *secondaire* à spires fermées, dans lequel le primaire produit par induction un autre système de courants polyphasés; l'avantage de la méthode dans ce cas est de permettre une représentation facile des courants secondaires, en ne faisant intervenir que des constantes d'ensemble. Pour ne pas compliquer la question, je me bornerai à considérer le cas le plus simple, celui où l'on néglige les fuites magnétiques.

» Soient en valeurs vectorielles :

I_1, I_2 les courants primaire et secondaire;
V la tension d'alimentation aux bornes du primaire;
r_1, r_2, λ_1, λ_2 les résistances vectorielles et les self-inductions *cycliques* des deux enroulements, calculés comme je l'ai indiqué;
M leur coefficient d'induction mutuelle *cyclique;*
T la durée d'une période des courants primaires $\left(\text{avec } \Omega = \frac{2\pi}{T}\right)$;
ω la vitesse angulaire relative du primaire et du secondaire, supposés amenés à la forme bipolaire.

» Les flux primaires et secondaires Φ_1 et Φ_2 (*fig.* 1) se composeront suivant la règle du parallélogramme pour donner le flux résultant $\mathcal{F}$, et celui-ci donnera naissance dans le primaire et le secondaire à deux forces électro-motrices induites vectorielles E_1 et E_2, décalées de $\frac{\pi}{2}$ par rapport à $\mathcal{F}$. Comme l'induit est fermé en court circuit, le courant I_2 et par suite Φ_2 seront en coïncidence de phase avec E_2; le triangle Ofd sera donc rectangle en d.

([1]) *Comptes rendus*, séance du 19 février 1894.
([2]) Elle s'applique aussi lorsque les courants polyphasés sont des *courants de Foucault.*

» La force électro-motrice vectorielle induite par Φ_1 tout seul serait représentée par un vecteur $\mathfrak{E}_2$ décalé de $\frac{\pi}{2}$ en arrière de Φ_1.

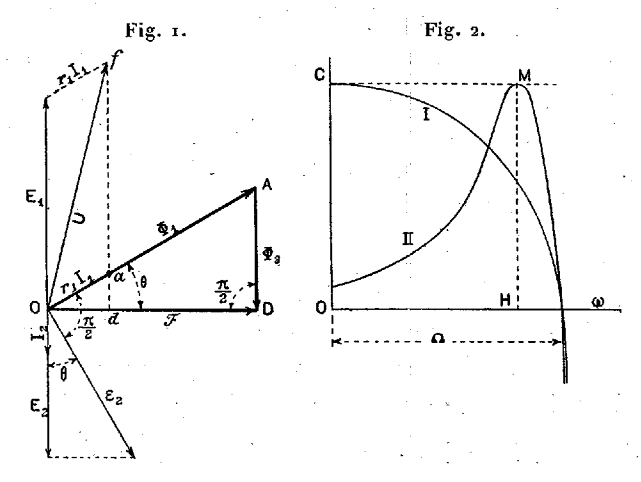
» Puisque le calcul des courants vectoriels se fait purement et simplement comme celui de courants alternatifs ordinaires, on peut écrire immédiatement les expressions de $\mathfrak{E}_2$ et E_2

$$(1)\qquad \mathfrak{E}_2 = M(\Omega - \omega)I_1, \qquad E_2 = \mathfrak{E}_2 \cos\theta,$$

et du courant secondaire

$$(2)\quad I_2 = \frac{E_2}{r_2} = \frac{M(\Omega-\omega)}{r_2} I_1 \cos\theta, \quad \text{en posant} \quad \tang\theta = (\Omega - \omega)\frac{\lambda_2}{r_2}.$$

Fig. 1. Fig. 2.



» La puissance P_r nécessaire pour donner aux deux parties de la machine la vitesse relative $(\Omega - \omega)$ est, par conséquent,

$$(3)\qquad P_r = \mathfrak{E}_2 I_2 \cos\theta = \frac{1}{r_2}[(\Omega-\omega)MI_1\cos\theta]^2.$$

» Le couple moteur s'obtient en divisant cette puissance par la vitesse relative $(\Omega - \omega)$. D'où

$$(4)\qquad C = (\Omega-\omega)M^2 I_1^2 \frac{\cos^2\theta}{r_2} = \frac{(\Omega-\omega)r_2}{r_2^2 + (\Omega-\omega)^2\lambda_2^2} M^2 I_1^2.$$

formule qui ne diffère de celle donnée par MM. Hutin et Leblanc dans un cas particulier (¹) que par le sens et la généralité plus grande des symboles.

(¹) Voir *Comptes rendus*, 1890.

» Les expressions (2), (4), qui permettent de calculer I_2 et C en fonction de I_1, ne donnent cependant la solution de la question que dans le cas exceptionnel d'une alimentation à intensité constante. Mais, habituellement, la véritable donnée du problème doit être la différence de potentiel constante aux bornes du primaire U. Il faut donc exprimer I_1 en fonction de U et de la vitesse ω.

» Or U est la résultante de la force contre-électromotrice du primaire E_1 et de la différence de potentiel $r_1 I_1$, absorbée par la résistance r_1 de l'enroulement et symphasique au flux Φ_1. On a donc, dans le triangle rectangle Ofd (*fig.* 1) ([1]),

$$U^2 = (E_1 + r_1 I_1 \sin\theta)^2 + (r_1 I_1 \cos\theta)^2.$$

» La force électromotrice E_1, produite par le flux résultant $\mathcal{F} = \Phi_1 \cos\theta$, s'obtient immédiatement en multipliant par $\cos\theta$ la force électromotrice induite par le flux Φ_1, c'est-à-dire la force électromotrice de self-induction $\Omega\lambda_1 I$.

» On a ainsi

$$(5) \qquad E_1 = \Omega\lambda_1 I_1 \cos\theta,$$

d'où, en substituant,

$$U^2 = r_1 I_1^2 \cos^2\theta \left[1 + \left(\frac{\Omega\lambda_1}{r_1} + \tang\theta \right)^2 \right] \quad ([2]).$$

» En remplaçant θ par sa valeur, on tire de là

$$(6) \qquad I_1^2 = U^2 \frac{1 + \left[(\Omega - \omega) \frac{\lambda_2}{r_2} \right]^2}{1 + \left[(\Omega - \omega) \frac{\lambda_2}{r_2} + \Omega \frac{\lambda_1}{r_1} \right]^2}$$

et, par suite, en vertu de (4),

$$(7) \qquad C = \frac{M^2 U^2}{\lambda_2} \frac{(\Omega - \omega) \frac{\lambda^2}{r^2}}{1 + \left[(\Omega - \omega) \frac{\lambda_2}{r_2} + \Omega \frac{\lambda_1}{r_1} \right]^2}.$$

([1]) Cette équation montre que la courbe lieu du point a sur la *fig.* 1 serait une ellipse.

([2]) Si l'on veut tenir compte des fuites, le calcul précédent n'est plus rigoureux; mais, en l'absence de tout moyen de calculer σ, il n'y aurait pas grand intérêt à compliquer davantage les formules.

» S'il n'y a pas de fuites, comme nous l'avons admis, $\frac{M^2}{\lambda_2}$ est égal à λ_1; sinon on devra poser

$$\frac{M^2}{\lambda_2} = (1 - \sigma)\lambda_1,$$

σ étant un coefficient inconnu, variable avec la charge du moteur.

» Les expressions (1), (2), (4), (5), (6), (7) résument, sous la forme la plus élémentaire, les principales propriétés des moteurs asynchrones et suffisent pour permettre d'interpréter par une discussion facile leur mode de fonctionnement. Dans ce but, une courbe représentative du couple C peut être construite soit en coordonnées polaires en fonction de θ, soit en coordonnées rectangulaires de ω. On constate ainsi que, suivant que $\frac{\lambda_2}{r_2}$ est $>$ ou $<\frac{\lambda_1}{r_1}$, la variation du couple en fonction de la vitesse se rapprochera de l'une des deux formes I ou II représentées sur la *fig.* 2 : suivant la construction du secondaire, le moteur peut donc ou ne peut pas démarrer sous charge, le couple maximum conservant cependant la même valeur.

» Enfin, on remarquera que les équations (2) et (4) sont exactement les mêmes que celles qu'on obtiendrait pour l'intensité secondaire et la puissance d'un transformateur à courants alternatifs simples, dont la résistance secondaire aurait pour valeur $\frac{r_2}{1-\frac{\omega}{\Omega}}$; l'analogie entre les deux sortes d'appareils se trouve ainsi nettement établie. La *fig.* 1 ne diffère pas non plus du graphique applicable aux transformateurs ordinaires, mais les vecteurs sont des vecteurs *tournants* et non *alternatifs*. »

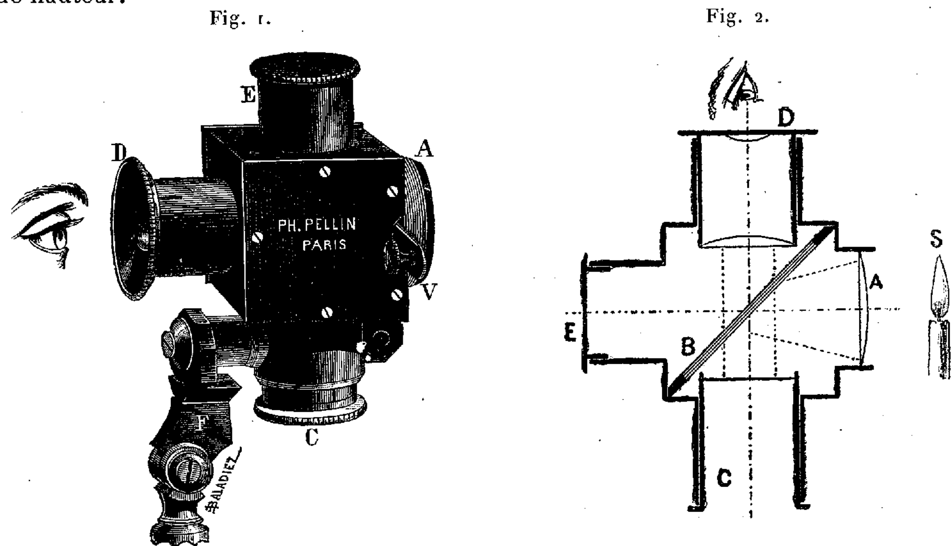
OPTIQUE. — *Sur un nouvel appareil dit* monochromatoscope. Note de M. **Maurice de Thierry**, présentée par M. Cornu.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un appareil que j'ai imaginé, destiné à l'étude de la couleur propre des corps et permettant d'observer avec la plus grande facilité les substances pulvérulentes ou pulvérisées dans une couleur simple déterminée.

» Cet appareil, que j'appellerai *monochromatoscope,* se compose, comme le montre la *fig.* 1, d'une petite chambre métallique de forme cubique, de 45^{mm} de côté, dont quatre des faces sont percées d'ouvertures dans lesquelles sont fixés quatre tubes.

» L'un de ces tubes (A), qui est fileté, est muni d'une lentille plan-convexe; l'autre (C) sert de soutien à la platine porte-objet, formée de deux miroirs mobiles et superposés, l'un argenté, l'autre noir; enfin les deux autres tubes (D et E) supportent un oculaire achromatique que l'on peut mettre à volonté soit en (D), soit en (E), et remplacer par un obturateur. Derrière la lentille (A) se trouvent deux petits volets mobiles V et V′ qui limitent une ouverture rectangulaire de largeur variable et de 1cm de hauteur.

Fig. 1. Fig. 2.



» Un oculaire-éclaireur [1] de M. Cornu (B) *fig.* 2, composé de quatre glaces extrêmement minces, parfaitement transparentes, simplement superposées et maintenues à l'aide de deux petites pinces, est posé diagonalement dans la chambre métallique; il permet à la fois d'éclairer le corps à examiner et de l'observer.

» L'appareil peut à volonté, soit s'adapter, à l'aide du tube fileté (A), sur un spectroscope quelconque, soit à l'aide d'un collier à vis sur un support spécial (F). Pour observer un corps solide, il est préférable de le pulvériser finement; on met alors la poudre obtenue sur la glace du porte-objet. La lentille oculaire (D) étant dans le tube horizontal, on fait glisser les petits volets de façon à ne laisser passer qu'un rayon lumineux de couleur déterminée, le rouge, par exemple. Ceci fait, on transporte l'oculaire dans le tube vertical, on met l'obturateur à sa place et l'on regarde la matière pulvérisée dans le rayon rouge.

» Si l'on préfère opérer sans spectroscope avec la lumière monochromatique soit du sodium, soit du strontium, on met le *monochromatoscope* sur son support et on éclaire directement.

» Avec cet appareil, j'ai commencé l'étude si intéressante de la couleur

---

[1] Compte rendu du Congrès tenu à Besançon par l'Association française pour l'avancement des Sciences.

latente des corps, indiquée autrefois par Govi ([1]) et je l'applique à l'analyse des poudres métalliques et organiques par voie optique, ainsi qu'à la recherche des falsifications de certaines substances alimentaires et pharmaceutiques. En effet, des corps tels que : l'iodure mercurique et le vermillon, qui à la lumière solaire ont des couleurs presque semblables, diffèrent absolument dans un rayon déterminé qui permet de voir non plus les couleurs apparentes de ces corps, mais leurs couleurs propres.

» Dans une prochaine Note, je reviendrai sur les applications de cet instrument et je ferai connaître le résultat des différentes recherches que je poursuis en ce moment ([2]) ».

CHIMIE. — *Sur la loi générale de solubilité des corps normaux*. Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« J'ai donné antérieurement, pour représenter la loi de solubilité des sels dans l'eau, la formule approchée suivante qui n'est applicable qu'aux solutions diluées :

$$0,002\,\delta\frac{ds}{s}+\frac{L\,dt}{T^2}=0,$$

dans laquelle δ représente l'abaissement proportionnel de la tension de vapeur de l'eau en fonction de l'accroissement de solubilité. Cette formule a été l'objet de nombreuses vérifications expérimentales de la part de MM. Van t'Hoff, Van Deventer, Linebarger, etc. Le mode de raisonnement suivi pour établir cette formule peut s'appliquer à des concentrations quelconques, pourvu que l'on connaisse au préalable la loi complète d'abaissement de leur tension de vapeur. Mais la complication des phénomènes relatifs aux solutions aqueuses m'avait détourné de poursuivre cette étude.

» La distinction récemment établie par M. Ramsay entre les liquides à poids moléculaires normaux et les liquides anormaux m'a engagé à revenir sur ce sujet. L'objet de cette Note est de montrer que la formule rappelée ici s'applique dans le cas des corps normaux aussi bien aux solutions très concentrées qu'aux solutions très diluées, ce qui permet de supposer qu'elle ne s'écarte pas beaucoup de la vérité pour les solutions moyennes, à condition cependant de définir le coefficient de solubilité s par le nombre

---

([1]) *Comptes rendus*, séance du 15 octobre 1888, p. 609.

([2]) Je me fais ici un devoir de remercier l'ingénieur Ph. Pellin pour son précieux concours et pour le soin tout particulier qu'il a apporté dans la construction de mon appareil.

de molécules du corps dissous contenu dans une molécule de mélange.

» Je reprendrai la démonstration que j'avais donnée autrefois, en modifiant seulement un peu l'ordre suivi; j'avais eu le tort, comme l'ont fait remarquer depuis MM. Van der Waals et Bakkhuis Roozeboom, d'introduire, dès le début des calculs, la loi d'abaissement des tensions de vapeur; il est préférable de le faire seulement à la fin, parce que cela permet de mieux se rendre compte de l'influence des incertitudes de cette loi sur l'exactitude de la formule obtenue.

» Soit donc une dissolution de deux corps au contact d'un excès de l'un d'eux à l'état solide, c'est-à-dire une dissolution saturée de ce corps; pour désigner ces deux corps, j'appellerai le corps qui est à saturation corps *dissous*, et le second *dissolvant*, bien que dans la dissolution les rôles de l'un et de l'autre soient absolument symétriques.

» Soient f la tension de vapeur du corps dissous émis par la dissolution, φ celle du dissolvant et F, Φ les tensions de chacun de ces corps pris isolément à l'état fondu.

» Soient s la concentration dans la dissolution du corps dissous définie par le nombre des molécules de ce corps contenu dans une molécule de mélange et $1-s$ celle du dissolvant.

» Soit L la chaleur latente de dissolution d'une molécule du corps dissous dans un grand excès de la dissolution prise au voisinage du point de saturation.

» J'appliquerai l'artifice de raisonnement dû à M. Van t'Hoff qui consiste à faire intervenir une membrane semiperméable de manière à pouvoir séparer par vaporisation l'un ou l'autre des corps de la dissolution.

» 1° *Corps dissous*. — La tension de sa vapeur émise par la dissolution est fonction de la température et de la concentration

$$df = \frac{df}{ds}\,ds + \frac{df}{dt}\,dt.$$

» Elle est en outre égale, puisque la dissolution est saturée, à celle du corps solide avec lequel elle est en équilibre. La variation entre la température de cette tension de vapeur et celle de la solution à concentration constante sont données par les formules connues

$$0,002\,\frac{df}{f} + \frac{Q\,dt}{t^2} = 0,$$

$$0,002\,\frac{1}{f}\,\frac{df}{dt}\,dt + \frac{Q-L}{t^2}\,dt = 0$$

qui retranchées membre à membre donnent

(1) $$0,002\,\frac{1}{f}\,\frac{df}{ds}\,ds + L\,\frac{L\,dt}{t^2} = 0.$$

» 2° *Dissolvant.* — On a de même

$$d\varphi = \frac{d\varphi}{ds}\,ds + \frac{d\varphi}{dt}\,dt.$$

Avec la relation pour la dissolution maintenue saturée

$$0,002(1-s)\,\frac{d\varphi}{\varphi} + \frac{(1-s)Q - sL}{t^2}\,dt = 0,$$

et pour la solution à concentration constante

$$0,002(1-s)\,\frac{1}{\varphi}\,\frac{d\varphi}{dt}\,dt + \frac{(1-s)Q}{t^2}\,dt = 0,$$

qui retranchées membre à membre donnent

(2) $$0,002(1-s)\,\frac{1}{\varphi}\,\frac{d\varphi}{ds}\,ds - \frac{sL}{t^2}\,dt = 0.$$

» Il ne reste plus qu'à remplacer indifféremment dans l'équation (1) ou dans l'équation (2) $\frac{1}{f}\frac{df}{ds}$ ou $\frac{1}{\varphi}\frac{d\varphi}{ds}$ par leurs valeurs. En généralisant à tous les corps normaux la relation établie par M. Raoult pour l'un deux, l'éther ordinaire, on a

» 1° Pour les solutions diluées $s < 0,2$,

$$\frac{f}{F} = s, \qquad \text{et, par suite,} \qquad \frac{1}{f}\,\frac{df}{ds} = \frac{ds}{s};$$

» 2° Pour les solutions concentrées $s > 0,8$,

$$\frac{\varphi}{\Phi} = (1-s), \qquad \text{et, par suite,} \qquad \frac{1}{\varphi}\,\frac{d\varphi}{ds} = -\,\frac{ds}{1-s}.$$

» En tenant compte de ces valeurs, les équations (1) et (2) se réduisent à

(3) $$0,002\,\frac{ds}{s} + \frac{L\,dt}{t^2} = 0,$$

qui est également exacte, des solutions diluées et des solutions concentrées, mais dont l'application aux solutions de concentration intermédiaires entre 0,2 et 0,08 ne serait pas justifiée dans tous les cas.

» Si l'on suppose dans une première approximation que la chaleur latente de dissolution soit indépendante de la température et de la concentration, c'est-à-dire soit égale à la chaleur de fusion du corps dissous,

cette équation peut être immédiatement intégrée et donne :

$$0{,}002\,\mathrm{Log\,nép.}\,s - \frac{L}{t} + \frac{L}{t_0} = 0,$$

en appelant t_0 le point de fusion du corps considéré.

» Cette formule conduit à cette conséquence intéressante que *la courbe normale de solubilité d'un corps donné serait la même dans tous les dissolvants* parce que dans l'équation il n'y a aucun terme relatif au dissolvant. En réalité, la chaleur latente de dissolution n'est pas constante et varie un peu avec la nature du dissolvant. La courbe définie par cette équation n'est donc qu'une courbe limite autour de laquelle devront se grouper les courbes réelles de solubilité dans les différents dissolvants.

» La forme générale de cette courbe est la suivante. Elle est comprise entre deux asymptotes parallèles : l'axe des températures vers les températures nulles et l'ordonnée $s = \frac{L}{t_0}$ vers les températures infinies. Dans l'intervalle il y aura un point d'inflexion autour duquel la courbe sera sur une certaine longueur rectiligne. »

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Sur un nouveau compteur densivolumétrique à liquides.* Note de M. **Louis Bedout**, présentée par M. Schützenberger.

« I. L'emploi des appareils ordinaires de mesurage pour les liquides donne lieu à des erreurs fréquentes, causées par inattention ou fraude.

» J'ai pensé qu'il pouvait être intéressant d'obtenir automatiquement ces mesures, d'une façon continue, en les totalisant et en prélevant un échantillon constant sur chaque unité, multiple ou sous-multiple.

» Pour cela, avec une balance Béranger, je décompose la masse liquide en une série de pesées. A l'aide d'une disposition automatique quelconque, j'opère sur chaque pesée une prise d'échantillon déterminé. Ces prises sont centralisées dans un réservoir spécial appelé *totaliseur*, à la disposition de l'opérateur.

» *Compteur à poids.* — En m'appuyant sur ce principe, j'ai construit un *compteur à poids* qui se divise en quatre parties principales (voir *fig.* 5).

» 1° Un réservoir distributeur G dans lequel l'orifice du serpentin S déverse le liquide à mesurer;

» 2° Une balance Béranger B, dont les plateaux sont surmontés, l'un d'un poids b, l'autre d'un vase culbuteur b' qui s'équilibrent exactement;

» 3° Un réservoir totaliseur E isolé à l'abri des chocs;

» 4° Une boîte à doubles parois emmagasine les trois éléments ci-dessus.

» Je suppose pour la description que l'appareil est adapté à un alambic. Le liquide amené par le serpentin S dans le réservoir distributeur A, à base inclinée, traverse le filtre F, qui recouvre toute sa surface, et vient, par l'entremise d'un clapet *r*, s'écouler dans le culbuteur *b'*.

» Ce vase à losange aura pour capacité, de chacun de ces récipients, $1^{lit},5$ et sera équilibré vide par le poids de 1^{kg}.

» 1^{kg} de liquide a coulé dans le déverseur *b'*, l'équilibre se produit; ce plateau culbute sous l'action du marteau P. La paroi médiane qui divise le déverseur en deux vases de capacité égale, coupe instantanément le jet, qui coule alors dans la partie symétrique, tandis que la balance allégée retombe du côté du poids et ainsi de suite.

» Le clapet *r*, mû par le jeu de la balance, a pour fonction d'amener à toutes les pesées un jet constant, quel que soit le débit, pendant le court intervalle qui précède l'équilibre, de telle façon que la chute de la colonne liquide n'influe en rien sur le poids réel de liquide contenu dans le vase.

» Un frein à palettes ralentit les chutes du culbuteur *b'*. Un cadran à roues dentées G, actionné par le marteau, enregistre le nombre de pesées.

» Enfin, dans le but d'obtenir un contrôle souvent précieux, le culbuteur *b'*, sur un de ses côtés, est muni d'une petite chambre P' appelée *chambre de jauge* (*fig.* 4). Son rôle est d'emprunter à chaque pesée une quantité donnée de liquide, $\frac{1}{500}$ par exemple et d'amener ce témoin de densité dans le réservoir totaliseur E. La chambre de jauge P' s'emplit en même temps que le culbuteur, à l'aide d'un petit trou, ménagé dans sa paroi.

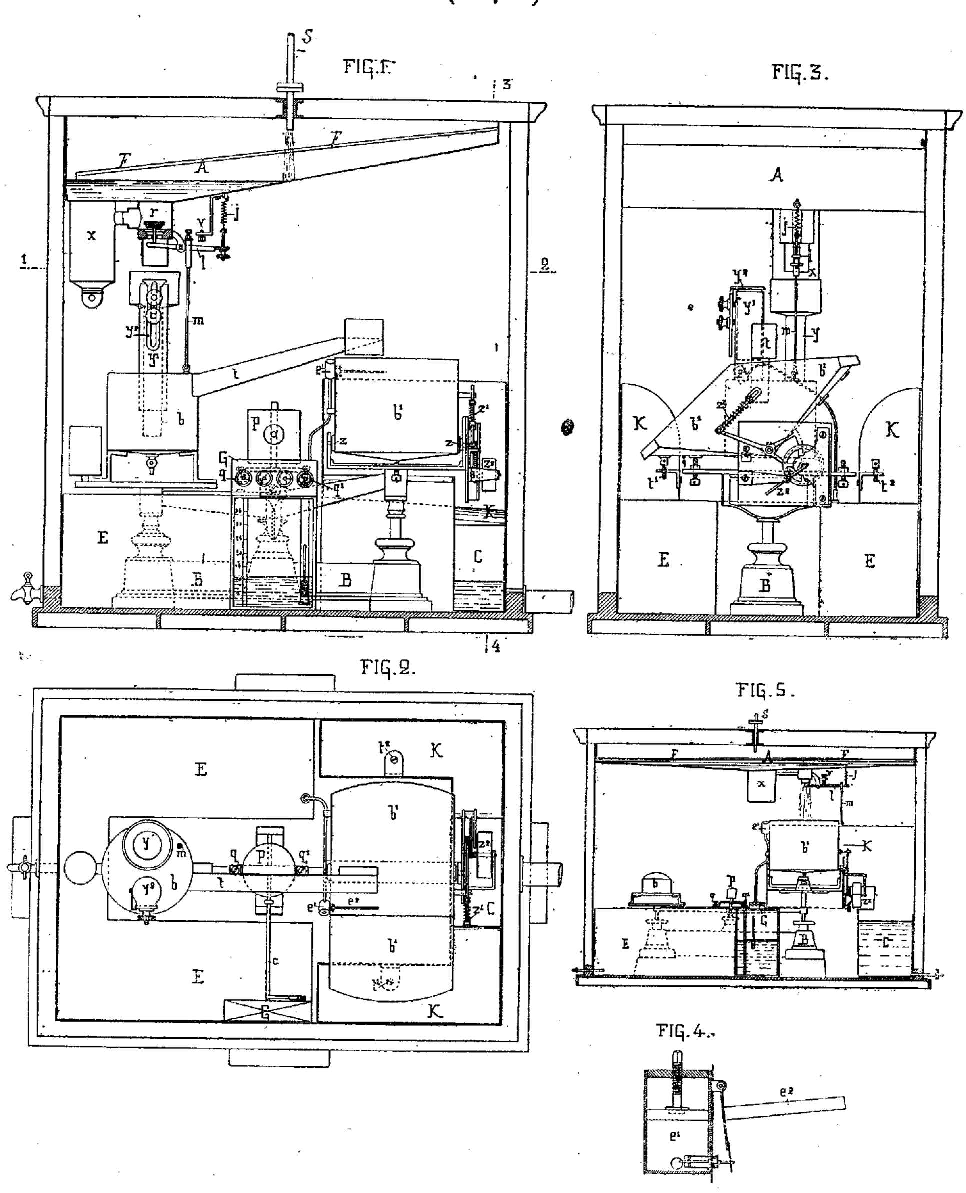
» Le cadran indiquant le poids de la masse distillée, le totaliseur renfermant une fraction constante de chacune des portions du liquide qui a traversé l'appareil, il est évident que le contenu du totaliseur représentera la composition moyenne de tout le liquide soumis à l'expérience, d'où l'on déduira au besoin facilement le volume.

» *Compteur à volume.* — Le *compteur à poids constants* que l'on vient de décrire peut aisément se transformer en un *compteur à volume constant.* Pour cela, il suffira de remplacer le poids par un vase *b* de volume connu, un litre par exemple (voir *fig.* 1, 2, 3).

» Association des deux compteurs. — Si l'on envisage tour à tour le compteur à *poids constant,* et le compteur à *volume constant,* on sera amené à les accoupler l'un à l'autre, de façon que le même liquide traverse simultanément leurs organes.

» Connaissant l'unité de poids de l'un, l'unité de volume de l'autre, il deviendra facile par un simple contact alternatif, pris sur un point quelconque des deux balances, de fixer, à l'aide d'un enregistreur, le double diagramme horaire des poids et des volumes de la masse distillée.

» D'autre part, le quotient de ces deux nombres représente la densité du produit obtenu. Or cette même donnée étant fournie par le totalisa-



LÉGENDE.

A, Réservoir distributeur. B, Balance. C, Distributeur de sortie. E, Totaliseur. F, Filtre. G, Cadran. K, Entonnoirs du culbuteur. P, Marteau. P¹, Chambre de jauge. P², Flotteur à niveau. S. Serpentin. *b*, Vase-tare ou poids-tare. *b*¹, Culbuteur. *j*, Ressort du clapet. *l*, Levier du clapet. *m*, Commande du clapet. *q*, *q*¹, Taquets du marteau. *r*, Clapet. *t*, Col de cygne du vase-tare. *x*, Purgeur. *y*, Doseur. *y*¹, Col d'amenée vase-tare. *z*, Axe du culbuteur.

teur, l'appareil porte en lui-même le contrôle de son fonctionnement.

» APPLICATIONS. — Dans une foule de cas où, dans les laboratoires, la connaissance simultanée du poids, du volume et de la densité d'un liquide sont nécessaires, cet appareil trouvera son utilité, surtout si le liquide à mesurer est de manipulation dangereuse, comme l'éther, l'alcool, l'essence de pétrole, etc.

» J'ajoute que cet instrument n'est pas lié à une dimension spéciale; mais qu'il peut, bien au contraire, affecter dans ses dimensions les proportions les plus favorables au mesurage automatique continu de la production des plus petits, comme des plus grands rectificateurs connus.

» EXPÉRIENCES. — Dans le courant de décembre 1892, j'ai assisté à des expériences faites dans une grande distillerie du centre de la France. Le rectificateur avait un débit moyen de 8^{hlit} à l'heure. A tous les débits, l'appareil, pendant que j'étais là, accusa des données qui, contrôlées par le dépotage à l'eau, ne s'écartaient guère d'un centilitre par 100^{lit}. »

CHIMIE. — *Sur le poids moléculaire du perchlorure de fer.* Note de M. **P.-TH. MULLER**, présentée par M. Friedel.

« La densité de vapeur du perchlorure de fer, constante entre 320° et 440°, ainsi que l'ont démontré MM. Friedel et Crafts ([1]), correspond à la molécule Fe^2Cl^6. Aux températures supérieures à 440°, le produit se décompose partiellement en chlorure ferreux et chlore libre ([2]). Il n'est donc pas possible, en prenant la densité de vapeur du chlorure ferrique, de décider si ce corps se comporte comme le chlorure d'aluminium, c'est-à-dire si la molécule Fe^2Cl^6 se scinde peu à peu en deux molécules $FeCl^3$, ou, en un mot, s'il existe une température où le fer peut être considéré comme nettement trivalent.

» Le perchlorure de fer anhydre étant soluble dans l'alcool absolu et dans l'éther anhydre, il m'a paru intéressant de déterminer son poids moléculaire au sein de ces dissolvants, par la méthode ébullioscopique de M. Raoult. Les calculs ont été faits en suivant la marche indiquée par

(1) *Comptes rendus*, t. CVII, p. 301; 1888.

(2) V. MEYER et W. GRÜNEWALD, *Ber. d. deutsch. chem. Ges.*, t. XXI, p. 687; 1888.

M. Beckmann [1], c'est-à-dire en appliquant la formule d'Arrhenius relative à l'élévation moléculaire du point d'ébullition [2].

» Le perchlorure de fer était sublimé; il ne renfermait que de minimes quantités de peroxyde, ce qui n'influe pas sur le point d'ébullition. Après chaque expérience, on étendait le liquide à un volume connu et on y dosait le chlore au moyen d'une liqueur titrée d'argent. C'est de cette façon qu'on a déterminé les poids de perchlorure qui permettent de calculer le poids moléculaire. Nous avons vérifié du reste, par un dosage direct du fer, que la solution renfermait bien des poids de chlore et de fer correspondant à la composition du perchlorure. Dans aucun cas nous n'avons constaté de coloration bleue en présence du ferricyanure.

» Dans ce qui suit, P désigne le poids de perchlorure dissous dans 100^{gr} d'alcool ou d'éther, E l'élévation du point d'ébullition, M le poids moléculaire donné par l'expression $M = \frac{KP}{E}$; K est une constante égale à 11,5 pour l'alcool, à 21,1 pour l'éther [3].

Dissolutions faites dans l'alcool absolu.

Poids de l'alcool.	Poids de la substance.	P.	E.	M.
gr 23,845	gr 0,682	2,860	° 0,21	156,62
20,931	0,925	4,416	0,31	163,8
26,619	1,745	6,556	0,47	160,41
25,538	2,578	10,132	0,72	161,83
Théorie pour $FeCl^3$				162,5
» Fe^2Cl^6				325

» D'après ces nombres, la molécule Fe^2Cl^6 se dédouble nettement dans l'alcool bouillant en deux molécules simples $FeCl^3$.

---

(1) *Phys. Chem.*, t. IV, p. 539; 1889.

(2) *Ibid.*, p. 550.

(3) Beckmann, *Phys. Chem.*, t. VI, p. 451 et 456; 1890.

Dissolutions faites dans l'éther anhydre.

Poids				
de l'éther.	de la substance.	P.	E.	M.
gr 27,77	gr 3,184	11,467	1°,21	200
28,00	1,9558	6,985	0,86	171,3
26,56	0,7673	2,888	0,42	145
27,50	0,5516	2,006	0,28	151,1

» Ici, comme dans beaucoup de cas, le poids moléculaire diminue en même temps que la dilution augmente; les molécules doubles Fe^2Cl^6 se scindent peu à peu en molécules simples $FeCl^3$.

» En résumé, dans l'alcool et l'éther bouillants la molécule de perchlorure de fer répond à la formule $FeCl^3$; l'allure de ce corps est comparable à celle de l'acide acétique, dont la vapeur, à 130°, par exemple, renferme un grand nombre de molécules doubles, et qui néanmoins, à 0°, au sein de l'eau possède une molécule simple.

» Je me propose d'étudier de la même façon un certain nombre d'autres sels ferriques [1]. »

CHIMIE. — *Sur la composition et la chaleur de formation de l'hydrate de protoxyde d'azote.* Note de M. **Villard** [2].

« J'ai fait connaître en 1888 [3] l'existence de ce composé, dont j'ai repris depuis l'étude détaillée.

» Après divers essais, j'ai reconnu que l'absorption du gaz par l'eau n'avait une durée suffisamment limitée que si le protoxyde d'azote était liquéfié; même alors, elle demande plusieurs jours pour être complète.

» J'ai formé l'hydrate dans un tube en cristal épais, de 8^{mm} à 10^{mm} de diamètre intérieur, scellé, contenant un poids d'eau connu, du protoxyde liquéfié, et du mercure pour permettre d'agiter. Après un séjour suffisant dans la glace, le tube est

(1) Institut chimique de Nancy (laboratoire de M. Haller).
(2) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie à l'École Normale.
(3) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1602.

refroidi au-dessous de 0° et ouvert. Le gaz non combiné se dégage, mais dans ces conditions l'hydrate ne se décompose pas d'une façon sensible. Il suffit alors de réchauffer l'appareil pour que la décomposition se produise; le gaz obtenu est mesuré, et son poids est calculé au moyen de la densité admise pour le protoxyde d'azote.

» Cette expérience constitue en même temps une véritable préparation de gaz très pur, l'eau employée dégageant ainsi plus de 200 fois son volume de protoxyde d'azote.

» Cinq analyses m'ont donné des résultats conduisant aux formules

$$Az^2O, 6{,}03H^2O,$$
$$Az^2O, 5{,}90H^2O,$$
$$Az^2O, 5{,}91H^2O,$$
$$Az^2O, 6{,}44H^2O,$$
$$Az^2O, 5{,}96H^2O.$$

» Il est donc vraisemblable que la formule exacte serait

$$Az^2O, 6H^2O.$$

» Une expérience de contrôle m'a paru nécessaire pour justifier ce procédé d'analyse.

» J'ai formé l'hydrate dans un tube à deux branches, l'une étroite et graduée, l'autre large et recourbée à sa partie inférieure, permettant ainsi d'isoler l'eau par du mercure remplissant la courbure au début de l'expérience.

» Le protoxyde d'azote liquide enfermé dans l'appareil est d'abord réuni, par distillation, dans la branche graduée et mesuré, tout le tube étant à 0°. Cette mesure est répétée, une fois la réaction terminée, sur le gaz en excès. La connaissance des densités du liquide et de sa vapeur [1] permet d'établir la composition de l'hydrate, sans que celui-ci ait à aucun instant cessé d'être sous pression et à une température au moins égale à 0°. J'ai été conduit ainsi aux formules suivantes :

$$Az^2O, 6{,}6H^2O, \quad Az^2O, 6{,}3H^2O.$$

» L'étude thermochimique de ce composé a été faite dans le calorimètre Bunsen. Cet instrument permettait d'opérer sur peu de matière et de réaliser des expériences de longue durée; en outre, la capacité calorifique des tubes à réactions n'intervenait pas.

» La chaleur de formation de l'hydrate en partant du gaz dissous a été mesurée de la manière suivante : un tube épais de 15mm de diamètre intérieur, en cristal, pro-

(1) Cailletet et Matthias, *Comptes rendus*, t. CII, p. 1202.

longé par une tige capillaire qui sort du calorimètre, est presque entièrement rempli par un poids connu d'eau et un peu de mercure servant d'agitateur. Cette eau est saturée de gaz vers 20 ou 22 atmosphères, puis le tube est fermé et mis en place. L'équilibre de température établi, le sommet de la tige est refroidi au-dessous de 0°; l'hydrate se forme sur la paroi intérieure mouillée du verre, et la cristallisation se propageant atteint la dissolution, qui se partage rapidement en hydrate solide et solution saturée sous la tension de dissociation à 0°; un calcul très simple indique la proportion d'hydrate formé, dont la chaleur de combinaison est ainsi obtenue.

» Le gaz contenu dans l'appareil est mesuré après l'expérience.

» Deux déterminations m'ont donné $77^{cal},84$ et $77^{cal},76$, ces quantités étant exprimées en petites calories et rapportées à 1^{gr} d'eau. On voit qu'elles diffèrent peu de la chaleur de fusion de la glace et lui sont un peu inférieures.

» J'ai mesuré directement la chaleur de dissolution, en laissant dégager le gaz contenu dans un tube analogue au précédent et renfermant de l'eau saturée vers 18^{atm}. Une disposition particulière permettait de laisser au-dessus du liquide un espace libre pendant le dégagement, cet espace étant supprimé au début et à la fin de l'expérience. J'ai ainsi obtenu $141^{cal},3$ pour 1^{gr} de gaz, soit $57^{cal},5$ pour le poids de protoxyde combiné à 1^{gr} d'eau, et pour le poids moléculaire 44^{gr}, $6^{cal},2$ en grandes calories. C'est à peu près la chaleur de dissolution de l'acide carbonique.

» A titre de vérification, j'ai déterminé la chaleur de formation de l'hydrate en partant du protoxyde d'azote gazeux et de l'eau.

» Une quantité suffisante du composé était préparée dans un tube à moitié rempli d'eau, relié à un manomètre et à un robinet. L'appareil étant en place et la tension de dissociation établie, on laisse sortir environ 100^{cc} de gaz que l'on mesure. Au bout d'une heure, la tension s'est rétablie; l'hydrate s'est décomposé en donnant du gaz et une solution saturée sous la tension de dissociation, sans sursaturation possible en présence de l'hydrate non détruit.

» Le terme correctif relatif au faible volume de gaz qui reste dissous, environ le $16^{ième}$ du volume dégagé, se calcule aisément au moyen de la chaleur de dissolution.

» J'ai trouvé ainsi 139^{cal}.

» L'ensemble des résultats sera donc :

	cal
Formation de l'hydrate par le gaz dissous (eau 1^{gr})........	77,8
Dissolution du gaz correspondant........................	57,5
Formation de l'hydrate en partant de l'eau et du gaz libre .	139

» Ce dernier nombre est voisin de la somme des deux précédents.

» J'ai fait également l'étude micrographique de ce corps, dans un petit appareil fermé par des glaces; les cristaux sont sans action sur la lumière

polarisée et présentent des pointements octaédriques très nets, visibles avec un faible grossissement : ils semblent donc appartenir au système régulier.

» Dans toutes ces expériences, j'ai employé un gaz extrêmement pur, dont j'ai l'intention de faire connaître prochainement quelques propriétés physiques, assez différentes de celles du gaz ordinaire, ainsi que le mode de préparation. »

CHIMIE. — *Sur les hypophosphates de thallium.* Note de M. **A. Joly**, présentée par M. Troost.

« Il y a quelques années, alors que j'étudiais l'acide hypophosphorique et les hypophosphates, j'avais préparé un certain nombre d'hypophosphates métalliques cristallisés et, en particulier, les sels de thallium. Le composé dithalleux, remarquable par la beauté de ses cristaux, a été examiné d'ailleurs, à cette époque, au point de vue cristallographique, par M. H. Dufet (*Bulletin de la Société minéralogique,* t. XI, p. 143; 1888). Je ne songerais pas à revenir sur ce sujet si, dans une publication plus récente, « Sur les hypophosphates métalliques », on n'avait précisément omis dans les descriptions celui des hypophosphates thalleux que l'on obtient régulièrement et en cristaux assez volumineux pour qu'il puisse difficilement passer inaperçu. Par cela même que le thallium peut être assimilé tantôt à un métal alcalin, tantôt au plomb, l'étude de ses sels présente toujours quelque intérêt; la décomposition par la chaleur des hypophosphates thalleux offre en effet quelques particularités dignes d'être relatées.

» *Hypophosphate dithalleux.* — Ce sel s'obtient en neutralisant *exactement* l'acide hypophosphorique par le carbonate de thallium en présence du *méthyl-orange*, ou encore par double décomposition entre le sulfate de thallium dissous dans l'eau bouillante et l'hypophosphate monobarytique. Le sel est beaucoup moins soluble à froid qu'à chaud et sa dissolution convenablement concentrée dépose, par un refroidissement lent, des cristaux incolores et transparents, très réfringents; ce sont des prismes clinorhombiques. Les cristaux sont anhydres et leur composition est celle d'un hypophosphate dithalleux $P^2O^6H^2Tl^2$. (Thallium : 71,64; 71,85; 71,92. Calculé : 71,80. Phosphore : 10,92. Calculé : 10,93.)

» Un peu au-dessous de 200°, le sel fond brusquement sans dégagement de gaz; repris par l'eau, il contient alors un produit réduisant le nitrate

d'argent, c'est-à-dire un phosphite; si l'on élève la température au-dessus de 200°, on observe un dégagement d'hydrogène phosphoré. La décomposition de l'hypophosphate dithalleux est analogue en somme à celle que l'on observe avec les sels alcalins.

» *Hypophosphate tétrathalleux*. — L'hypophosphate $P^2O^6Tl^4$ est à peine soluble dans l'eau froide. Lorsqu'on mélange deux dissolutions bouillantes de sulfate de thallium et d'hypophosphate disodique en proportions calculées, ce sel se dépose par le refroidissement de la liqueur, en petites aiguilles très fines, soyeuses, incolores. Le sel est purifié par des lavages à l'eau froide et une cristallisation dans l'eau bouillante.

» Les cristaux sont anhydres et correspondent exactement à la formule $P^2O^6Tl^4$ (thallium : 83,69; calculé : 83,78).

» Chauffé vers 250°, le sel se liquéfie brusquement avec dégagement de chaleur, sans éprouver de perte. La masse fondue est noire; elle contient alors des globules de thallium métallique fondu en suspension dans un métaphosphate :

$$P^2O^6Tl^4 = 2PO^3Tl + 2Tl.$$

» Si le sel a été débarrassé de toute trace d'humidité et s'il est libre de tout mélange avec le sel dithalleux, aucun gaz ne se dégage et l'on ne perçoit pas l'odeur d'hydrogène phosphoré; la transformation s'effectue d'ailleurs sans changement de poids et elle est analogue à celle que l'on observe avec le sel d'argent.

» L'hypophosphate tétrathalleux éprouve, sous l'action de la lumière solaire directe, une modification singulière; il devient bleu-indigo comme si la même transformation que ce sel éprouve par la chaleur s'effectuait dans ces conditions. Il est difficile cependant d'affirmer qu'il en est ainsi, car la transformation n'est que superficielle. »

MÉTALLURGIE. — *Sur la distribution des déformations dans les métaux soumis à des efforts*. Note de M. **F. Osmond**, présentée par M. Troost.

« A propos d'une Note présentée sous le même titre par M. L. Hartmann, à la séance du 5 mars, je demande à l'Académie la permission de faire remarquer quelques points de contact entre les recherches de M. Hartmann et les miennes :

» 1° L'attaque facile des métaux écrouis par les acides a été signalée par M. Werth et moi ([1]) et attribuée par nous à deux causes : la première de ces causes, la multiplication des surfaces d'attaque par la dislocation du métal suivant les lignes de plus grande fatigue, est générale et évidente; la seconde, particulière au fer et aux métaux de son groupe, est la formation partielle, sous l'influence de forces dépassant la limite élastique, d'une modification allotropique du fer. La réalité de cette modification est à la vérité discutée et discutable : elle s'appuie notamment sur nos essais calorimétriques ([2]) et sur la présence, dans la courbe des déformations par traction des fers et des aciers doux, d'un palier caractéristique que nous avions interprété dans ce sens dès 1886 ([3]) et dont M. Charpy a repris tout récemment l'étude ([4]) pour arriver à des conclusions semblables. M. Barus, de Washington, a aussi apporté à la même thèse le concours de nombreux travaux indépendants ([5]).

» Quoi qu'il en soit de l'explication théorique, le fait seul que les métaux écrouis s'attaquent beaucoup plus facilement que les mêmes métaux recuits conduisait naturellement à la méthode d'investigation adoptée par M. Hartmann et, dans un rapport présenté à la Commission des méthodes d'essai des matériaux de construction, rapport imprimé depuis plusieurs mois, mais qui n'a pas encore été distribué, je recommande aussi pour l'étude de la répartition des déformations permanentes l'usage des attaques par les acides combiné avec l'emploi du microscope.

» 2° L'existence de figures particulières d'attaque sur les aciers trempés a été remarquée par M. Werth et par moi ([6]).

» 3° J'ai aussi indiqué la formation dans l'acier, pendant le laminage à température relativement basse, de zones régulières alternativement compactes et poreuses qui sont encore accentuées par la trempe et j'ai donné la microphotographie d'une région ainsi organisée ([7]). Cette obser-

---

([1]) *Théorie cellulaire des propriétés de l'acier* (*Annales des Mines*, 8e série, t. VIII, p. 46 et suiv.; 1885).

([2]) Même Mémoire, p. 36 et suiv., et *Comptes rendus*, t. C, séance du 11 mai 1885.

([3]) *Stahl und Eisen*, t. VI, p. 539 (août 1886), et *Lumière électrique*, t. XXXV, p. 428.

([4]) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 850, et t. CXVIII, p. 418.

([5]) Voir notamment : *Philosophical Mag.*, 5e série, t. XXXI, p. 9; 1891.

([6]) *Théorie cellulaire*, p. 46.

([7]) *Sur la Métallographie microscopique*. Rapport à la Commission des méthodes d'essai des matériaux de construction, p. 8, et *Microscopic Metallography* (*Chicago Congress*, 1893).

vation et les faits analogues rapportés par M. Hartmann pourraient être en relation avec la transmission vibratoire des forces et sont à rapprocher des études de M. Carus-Wilson, de Londres ([1]).

» Ces remarques n'enlèvent rien d'ailleurs à l'intérêt des recherches de M. Hartmann, qui a appliqué à l'étude des forces en action une méthode limitée antérieurement à celle des déformations résultantes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide β-dibromopropionique (acide 3-dibromopropanoique)*. Note de M. **R. Thomas-Mamert**, présentée par M. Troost.

« Dans le courant d'un travail, nous avons eu à préparer l'acide 3-dibromopropanoïque

$$CHBr^2-CH^2-CO^2H.$$

» Comme cet acide n'est pas décrit encore, et comme il complète la série des acides dibromopropanoïques connus

$$CH^3-CHBr-CO^2H, \quad \text{(M. Friedel)}$$
$$CH^2Br-CHBr-CO^2H, \quad \text{(M. Tollens)}$$

nous donnerons ses propriétés dans cette Note.

» *Préparation*. — Il s'obtient par l'action de l'acide bromhydrique fumant, à 100°, en tubes scellés, sur l'acide 3-bromopropanoïque (β-bromacrylique), fondant à 115°

$$CHBr=CH-CO^2H.$$

» Par dissolution dans la benzine, décoloration au noir animal, et évaporation lente du dissolvant, on l'obtient facilement en cristaux incolores superbes.

» *Propriétés*. — Cet acide fond à 71° (non corrigé). L'acide de M. Friedel

$$CH^3-CBr^2-CO^2H$$

obtenu par bromuration directe fond à 61°. Celui de M. Tollens

$$CH^2Br-CHBr-CO^2H$$

([1]) *Philosophical Mag.*, février 1890, p. 200, et juin 1890, p. 503; *Proc. of the Royal Soc.*, t. XLIX, p. 243.

provenant du dibromure de l'alcool allylique, fond à 51° où à 64° suivant la modification stable ou instable. Ce nouvel acide fondant à 71° est donc l'acide 3-dibromopropanoïque, le brome s'étant fixé lors de l'addition loin du groupe CO^2H.

» L'action de la potasse alcoolique confirme cette constitution. On retombe en effet de nouveau sur l'acide β-bromacrylique fondant à 115°, par enlèvement de HBr. Or, dans ces enlèvements, c'est le brome en β qui part, ce qui exige donc dans l'acide dibromopropanoïque envisagé, deux bromes dans cette position β.

» Il cristallise dans le système orthorhombique. En voici la description cristallographique due à l'obligeance de M. F. Leteur.

» Les cristaux se rapportent à un prisme orthorhombique sur lequel on observe toujours les faces p^1 et des facettes e^1. On trouve, en outre, tantôt les faces h^1, tantôt des faces a^1.

» Les cristaux observés présentent les deux combinaisons

$$pe^1h^1 \quad \text{et} \quad pe^1a^1.$$

» Par suite d'un développement incomplet, la pyramide quadrangulaire inférieure disparaît parfois presque complètement. Les cristaux prennent alors l'apparence de troncs de pyramide à base quadrangulaire.

Angles observés :

aa^1	109°.20'
pe^1	137.30
ee^1	85
pa^1	109.27

» Rapport des axes :

$$a = b = c : 0,649 : 1 : 0,916\ (^1). »$$

ÉCONOMIE RURALE. — *De l'influence du mode de répartition des engrais sur leur utilisation par les plantes.* Note de M. A. PRUNET, présentée par M. Th. Schlœsing.

« Parmi les engrais, il en est, comme le nitrate de soude, qui sont des *engrais voyageurs*, toujours dissous, infiniment diffusibles. D'autres, comme

(1) Laboratoire de Recherches et d'Enseignement de la Sorbonne.

les engrais phosphatés et potassiques, sont des *engrais immobiles*; même fournis au sol sous une forme soluble, ils ne tardent pas à entrer dans des combinaisons qui les insolubilisent ou sont fixés par le pouvoir absorbant du sol.

» Le mode de répartition du nitrate de soude paraît indifférent; grâce à sa solubilité et à sa diffusibilité, il se répand peu à peu dans l'eau du sol et se porte avec elle au-devant des racines. Il est permis de croire, avec M. Th. Schlœsing, qu'il n'en est pas de même des engrais immobiles, dont l'utilisation paraît être subordonnée à leur rencontre par les racines.

» Quoi qu'il en soit, M. Th. Schlœsing [1] a, le premier, à la suite d'expériences comparatives fort concluantes faites dans deux cases de 2^{mq} de superficie renfermant chacune cinq cultures différentes, appelé l'attention des praticiens sur la nécessité de rechercher le mode de répartition de l'engrais le plus favorable à son utilisation.

» J'ai entrepris en 1893 des recherches plus en grand, dans cette voie nouvelle, les unes dans une terre forte de coteau, les autres dans une terre meuble de plaine; cette dernière avait une superficie d'un demi-hectare.

» 1000^{gr} de terre fine contenaient :

	Azote.	Acide phosphorique.	Potasse.	Chaux.
Terre de coteau.......	0,907	0,695	2,64	17
Terre de plaine........	1,02	0,954	1,83	2,67

» Les recherches de M. Schlœsing avaient porté sur le Pois, le Haricot, le Blé, la Pomme de terre, les Betteraves; pour diverses raisons, j'ai dû borner les miennes à une seule plante, la Pomme de terre.

» Chaque champ d'expériences fut divisé en trois parcelles. Les parcelles II et III reçurent un engrais comprenant à l'hectare 150^{kg} de nitrate de soude, 150^{kg} de sulfate de potasse et 300^{kg} de superphosphate minéral. Dans les parcelles II, l'engrais fut soigneusement mélangé au sol et les tubercules plantés en billons. Dans les parcelles III, la terre fut billonnée, les tubercules placés au fond des billons, et à côté d'eux, sur une ligne parallèle, on répandit l'engrais; le tout fut recouvert. Les parcelles I, qui n'avaient pas reçu d'engrais, devaient servir de témoins.

» Les résultats obtenus peuvent se résumer dans le Tableau suivant :

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXV, p. 698 et 768; 1892.

		Rendement en tubercules à l'hectare.	100kg de tubercules renfermant			Rendement à l'hectare en		
			Matière sèche.	Matière azotée.	Fécule.	Matière sèche.	Matière azotée.	Fécule.
		kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Terre de coteau.	Parcelle I..	15216	28,7	1,9	22,8	4367	289	3469
	» II.	20540	25,2	2,52	19,4	5176	518	3985
	» III.	23252	26,2	2,50	20,4	6092	581	4743
Terre de plaine.	Parcelle I..	18350	29,6	2,02	23,7	5432	371	4349
	» II.	21380	25,9	2,56	20,1	5537	547	4297
	» III.	23150	27,2	2,53	21,4	6297	586	4954

» Des expériences de M. Schlœsing il ressort nettement que par localisation de l'engrais en lignes, il y a accroissement du poids sec des récoltes et que cet accroissement s'accompagne d'une absorption plus considérable des matières fertilisantes, azote, potasse, acide phosphorique. Me plaçant à un point de vue plus pratique, j'ai recherché quels sont, à l'hectare, les excédents en poids de tubercules, matières nutritives, substances azotées et fécule qui sont la conséquence de cette localisation.

	Excédents en tubercules.	Excédents en	
		Matière azotée.	Fécule.
	kg	kg	kg
Terre de plaine........	1770	39	657
Terre de coteau	2712	63	758

» Pour les motifs indiqués plus haut, je crois, avec M. Schlœsing, que le nitrate de soude agit de la même façon dans les deux modes de répartition, mais qu'il en est probablement tout autrement des deux autres engrais. Sans doute, le sulfate de potasse est resté en partie dissous, mais en partie aussi a été fixé, principalement par l'humus; quant au superphosphate, il a pu être entièrement immobilisé par les bases du sol. Or, dans les parcelles où les principes fertilisants ont été aussi complètement disséminés que possible, les surfaces de contact des engrais potassique et phosphaté avec les éléments du sol étant énormes, leur immobilisation a été très rapide; dans celles qui les ont reçus en lignes, ces surfaces étant infiniment plus restreintes, leur insolubilisation a été plus lente. D'ailleurs, ainsi que j'ai pu le constater, les racines se sont surtout développées dans la région occupée par l'engrais qui de ce chef encore s'est trouvé plus complètement utilisé.

» On n'aura sans doute pas à redouter qu'un épuisement du sol ne soit

la conséquence de la surproduction qui accompagne la localisation de l'engrais, si cet engrais est choisi de façon à réparer les pertes du sol et non à mettre simplement en œuvre ses réserves en principes fertilisants. C'est-à-dire qu'une question de choix d'engrais et de mesure se lie à celle de la répartition.

» D'ailleurs, avec M. Schlœsing, je crois que le problème a besoin d'être étudié dans ses divers détails, mais, comme lui, je pense qu'il en est peu d'aussi intéressants pour la pratique agricole. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Nouvelles recherches sur la pathogénie du diabète pancréatique*. Note de M. **M. Kaufmann**.

« Si l'on analyse comparativement les sangs artériel et veineux de la circulation générale sur des chiens à jeun, les uns normaux, les autres rendus hyperglycémiques et diabétiques par l'extirpation du pancréas ou par tout autre procédé, on arrive à cette conclusion que : *l'hyperglycémie reconnaît toujours pour cause un excès de production glycosique et non un arrêt ou un ralentissement de la dépense du sucre dans les vaisseaux capillaires*. [A. Chauveau et M. Kaufmann (1)].

» Les résultats nouveaux que j'ai obtenus par la méthode de l'isolement du foie d'après le procédé de Bock et Hoffmann modifié par Seegen (2) confirment entièrement la conclusion précédente.

» On sait que sur des animaux normaux la suppression de la fonction du foie, soit par l'extirpation complète de la glande hépatique (Minkowski), soit par la ligature de ses vaisseaux (Bock et Hoffmann, Seegen, Hédon), amène une diminution rapide de la proportion de la glycose dans le sang de la circulation générale.

» Si, par les mêmes procédés, on supprime la fonction du foie chez des animaux diabétiques, on constate que le sucre de leur sang diminue dans la même proportion que chez les animaux normaux: preuve de la consommation normale du sucre dans les tissus des diabétiques.

» Tous les animaux auxquels j'ai appliqué le procédé d'isolement du foie étaient à jeun; ils étaient immobilisés et insensibilisés par l'assommement ou par la section de la moelle en avant de la région dorsale : cette

(1) *Comptes rendus*, t. CXVI, séances des 6 et 13 février 1893; *Mémoires de la Société de Biologie*, séance du 11 février 1893.

(2) Seegen, *La glycogénie animale*, traduction par L. Hahn, p. 168; Paris, 1890.

section de la moelle ne diminue pas, par elle-même, l'hyperglycémie chez les chiens diabétiques (A. Chauveau et M. Kaufmann); une fenêtre pratiquée du côté droit du thorax dans un espace intercostal permettait d'appliquer des ligatures bien serrées sur l'aorte et la veine cave postérieures dans l'espace compris entre le cœur et le diaphragme. L'ouverture du thorax nécessitait l'intervention de la respiration artificielle.

» Après l'application des ligatures, le foie ainsi que tous les organes placés en arrière sont privés de circulation, tandis que les parties antérieures de l'animal continuent à recevoir du sang qui ne peut plus emprunter de sucre au foie. Toutes les variations dans la teneur du sang en glycose ne peuvent donc être attribuées qu'à la seule activité des tissus dans lesquels la circulation est conservée.

» Voici le résumé des principales expériences :

» *Expérience I.* — Grosse chienne très vigoureuse, dans son état normal, à jeun; on l'assomme, on entretient la respiration artificielle, puis, par une fenêtre au thorax à droite, on lie l'aorte et la veine cave postérieures. Après soixante-dix minutes, on enlève les ligatures pour rétablir la circulation dans le train de derrière. A ce moment l'animal a perdu tous ses réflexes, mais le cœur bat encore bien.

	Glycose pour 1000 dans le sang artériel.
	gr
Au moment de la ligature des vaisseaux	1,219
Soixante-dix minutes après la ligature.......... ..	0,500
Quinze minutes après l'enlèvement des ligatures....	1,724

» Consommation de sucre en soixante-dix minutes $0^{gr},719$, ce qui fait $0^{gr},618$ par kilogramme de sang et par heure.

» Il est à remarquer que le rétablissement de la circulation dans le foie par l'enlèvement des ligatures a eu pour conséquence immédiate un relèvement énorme de la proportion du sucre dans le sang de la circulation générale. Dans l'espace de quinze minutes, le sang s'est enrichi de $1^{gr},224$ de sucre par kilogramme.

» Dans trois expériences analogues exécutées par Seegen sur des chiens normaux curarisés, dont le premier était à jeun et les autres en digestion, la diminution du sucre du sang était, par heure et par kilogramme de sang, de $0^{gr},900$, $1^{gr},380$, $1^{gr},050$.

» *Expérience II.* — Chien très vigoureux ayant subi l'ablation totale du pancréas depuis cinq heures. Assommement, respiration artificielle, ligature de l'aorte et de la veine cave postérieures.

	Glycose pour 1000^{gr} de sang.
	gr
Avant la ligature (sang artériel)	2,174
Une heure après (sang artériel)	1,298
Une heure après (sang pris en arrière de la ligature dans la veine cave postérieure)	3,846
Consommation de sucre par kilogramme de sang et par heure	0,876
Excès de sucre dans le sang de la veine cave derrière la ligature	2,558

» *Expérience III.* — Chienne en bon état, à jeun, fortement diabétique, ayant subi l'ablation totale du pancréas depuis trois jours. Section de la moelle épinière entre la dernière cervicale et la première dorsale.

	Glycose pour 1000^{gr} de sang artériel.
	gr
Avant l'isolement du foie	3,450
Une heure après	2,509
Consommation de sucre par heure et par kilogramme de sang	0,941

» *Expérience IV.* — Chien privé de son pancréas depuis cinq jours, fortement diabétique. Section de la moelle en avant de la proéminente.

	Glycose pour 1000^{gr} de sang artériel.
	gr
Avant l'isolement du foie	3,538
Quarante minutes après	2,705
Perte de sucre par heure et par kilogramme	1,250

» *Expérience V.* — Chien dépancréatisé depuis trois jours, fortement glycosurique. Anesthésie par le chloroforme, puis section de la moelle en avant de la région dorsale.

	Glycose pour 1000^{gr} de sang artériel.
	gr
Avant la ligature des vaisseaux	2,760
Trente minutes après	2,300
Consommation de sucre par heure et par kilogr	0,920

» *Expérience VI.* — Chien ayant subi vingt jours auparavant la section des deux nerfs phréniques et dépancréatisé depuis cinq jours, fortement diabétique. Section de la moelle en avant de la proéminente sans anesthésie préalable.

	Glycose pour 1000^{gr} de sang.
	gr
Au moment de la ligature (sang jugulaire)	3,018
Quarante-deux minutes après (sang jugulaire)	2,857
Consommation de sucre par kilogramme de sang et par heure	0,230

» *Conclusions.* — 1° Chez les chiens diabétiques comme chez les chiens normaux, la suppression de la fonction du foie est constamment suivie d'une diminution de la proportion du sucre du sang.

» 2° Dans les cas d'hyperglycémie et de glycosurie pancréatiques, la consommation de la glycose dans les tissus se fait sensiblement avec la même activité que dans les cas de glycémie normale. La consommation relativement faible obtenue dans l'expérience VI ne semble pas dépendre de l'état hyperglycémique de l'animal, mais tient vraisemblablement à des conditions expérimentales qui nous ont échappé.

» 3° L'hyperglycémie pancréatique reconnaît donc toujours pour cause, comme nous l'avons déjà établi, M. A. Chauveau et moi, une hypersécrétion glycosique du foie et non un arrêt ou un ralentissement de la destruction du sucre dans les tissus.

» 4° L'accroissement rapide de la proportion de sucre dans le sang de la circulation générale, peu de temps après le rétablissement de la circulation dans le foie, est une nouvelle preuve de l'importance de cet organe dans la glycogénie et dans la fonction glycémique. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Les nerfs glyco-sécréteurs.* Note de MM. **Morat** et **Dufourt**, présentée par M. Chauveau.

« Le glycose des animaux provient de la transformation par hydratation du glycogène du foie (Cl. Bernard). Par comparaison avec certains des phénomènes de la digestion, on a été amené à supposer l'existence d'un ferment, comme agent direct de cette transformation. De l'existence de ce ferment, il n'a point été jusqu'ici donné de preuves absolument décisives, mais, en raison des difficultés adhérentes à sa recherche, sa présence reste vraisemblable. (Voyez Dastre, *Arch. de Physiologie,* 1888.)

» Il a été établi de plus par Cl. Bernard que la transformation du glycogène en glycose est gouvernée par le système nerveux, comme il ressort de son expérience de la piqûre diabétique. Comment s'exerce cette action des centres sur les actes chimiques du foie? Quel nom méritent les nerfs qui la lui apportent?

» Il est admis encore très généralement que cette action est *indirecte* et que les nerfs en question ne sont autres que des nerfs vaso-moteurs, de l'ordre de ceux qu'on appelle des dilatateurs des vaisseaux. La transformation du glycogène, qui aboutit à la formation du glycose, serait de la

sorte étroitement subordonnée à l'état de la circulation hépatique; l'activité exagérée ou amoindrie de celle-ci ayant pour effet de réaliser telles ou telles conditions mal définies, qui facilitent ou empêchent l'action du ferment sur la substance fermentescible. Le raisonnement analogique imposait presque une telle explication, alors que la *sécrétion* était considérée comme un phénomène d'ordre exclusivement vasculaire et que les nerfs des glandes étaient confondus avec ceux des vaisseaux. Mais depuis que, pour un certain nombre de glandes, on a fait la preuve de l'existence de nerfs propres (*n. sécréteurs*) agissant sur elles à la façon des nerfs moteurs sur les muscles, l'analogie se présente à nous sous cette nouvelle forme et il n'y a pas lieu de refuser au foie ce qu'on sait exister pour les autres glandes. En tout cas, on peut donner des preuves directes de l'existence pour le foie glycogène de nerfs, à proprement parler, sécréteurs.

» Dans l'espèce, il s'agit de démontrer que la formation du glycose dans le foie est indépendante de la circulation. Nous y arriverons si nous fournissons la preuve que la destruction de son glycogène peut être provoquée par la simple excitation de ses nerfs, en dehors de toute circulation, comme dans les muscles eux-mêmes quand on excite leurs nerfs moteurs.

» Sur un lapin ou un chien préalablement trachéotomisé et curarisé, dont on entretient la respiration artificiellement, on fait deux ouvertures : l'une à la partie inférieure du thorax, l'autre à la partie supérieure de l'abdomen; par ces ouvertures on glisse des fils d'attente sous l'aorte au-dessus du diaphragme et sous le tronc de la veine-porte. On serre rapidement ces deux fils pour interrompre toute circulation dans le foie et, de plus, on sépare un des lobes de cet organe soit par une ligature fortement serrée sur sa base, soit par une franche section, on laisse dans l'abdomen cette portion qui doit servir de témoin pour la comparaison à établir. On referme exactement les cavités ouvertes pour éviter le refroidissement inégal des différentes parties du foie et ses conséquences au point de vue de la transformation du glycogène.

» On cesse alors l'insufflation pulmonaire, afin de mettre les centres nerveux et surtout la moelle épinière en état d'excitation. Cette excitation d'origine asphyxique, et qui est certainement une des plus vives que l'on puisse produire, retentira sur la partie du foie qui est encore en communication avec la moelle par ses nerfs (nerfs grands splanchniques); pour l'obliger même à suivre cette voie d'une façon exclusive, on a eu soin de couper les deux pneumogastriques au cou. Lorsqu'on sent le cœur faiblir, on rétablit la respiration artificielle pendant quelques secondes pour revivifier le sang et empêcher la perte définitive de l'excitabilité des organes nerveux dans lesquels il circule encore. Dès que ce résultat a été obtenu, on la cesse de nouveau pour faire renaître l'état asphyxique. Ces manœuvres ont pour effet de prolonger l'excitation de manière à lui donner la plus grande durée en même temps que la plus haute valeur possible. Après quinze ou vingt minutes généralement le cœur s'arrête.

» On ouvre alors rapidement l'abdomen. Sur chacune des deux portions du foie,

l'une restée en communication avec les nerfs et les centres, et l'autre soustraite à leur influence, on détache un morceau qui est pesé exactement. Ces deux morceaux sont jetés au même moment dans l'eau bouillante, puis soumis à une série d'opérations qui permettront le dosage du glycogène (méthode de Külz). Cette substance après précipitation par l'alcool est recueillie sur deux filtres tarés, pesée et rapportée à 100gr de foie.

» Une différence constante s'observe entre les deux nombres et elle est au déficit de la portion restée par ses nerfs en communication avec les centres, de celle, en un mot, qui a seule reçu l'excitation. Le Tableau suivant exprime ces différences pour quatre expériences faites dans les conditions susindiquées.

Expériences.	Quantité de glycogène pour 100 — dans le lobe soustrait à l'excitation.	Quantité de glycogène pour 100 — dans le lobe soumis à l'excitation.	Différence.
	gr	gr	gr
I. (Lapin)	1,26	0,91	0,35
II. (Chien)	2,89	2,21	0,68
III. (Chien)	1,00	0,29	0,71
IV. (Chien)	4,12	1,61	2,51

» Ainsi, comme on le voit, nous avons le moyen, en dehors de toute circulation, de tout déplacement du sang à travers le foie, par la seule excitation de ses nerfs, de provoquer la destruction de son glycogène : cette destruction peut atteindre plus de moitié de sa quantité totale en un temps court, n'excédant pas vingt minutes. Il n'y a donc aucun doute que le système nerveux ait sur les éléments du foie une action *directe*, c'est-à-dire indépendante de celle qu'il exerce sur le cours du sang par les vaisseaux et comparable en somme à celle des nerfs moteurs sur les muscles. En appelant cette action *directe* nous ne voulons même dire que cela; car il est bien vraisemblable que les différents nerfs centrifuges, pour exciter tant d'actes divers dans les parenchymes où ils se rendent, doivent présenter à leurs extrémités des modes de terminaison en rapport fonctionnel avec chacun de ces actes. Nous avons rappelé plus haut les tentatives faites pour attribuer à un ferment le rôle d'agent *immédiat* de la transformation du glycogène hépatique en glucose. Cette hypothèse d'un ferment saccharifiant dans le foie ne nous paraît point inconciliable avec l'existence de nerfs directs se rendant à la cellule hépatique. L'analogie, que nous prenons pour guide toutes les fois que les faits nous manquent, plaide de même en sa faveur; n'est-ce pas en somme par des ferments que le système nerveux a prise sur les actes chimiques de la digestion et qu'il transforme dans l'intestin l'amidon en glycose? »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur les sacs anaux des Ophidiens.* Note de M. **Portier**, présentée par M. Ranvier [1].

« Lorsqu'on fend la peau ventrale d'un Ophidien, *Tropidonotus natrix*, par exemple, on trouve à la partie postérieure du corps, derrière le cloaque, deux organes allongés, blanchâtres, d'une longueur de 8^{mm} environ, et d'une consistance très ferme; ce sont les sacs anaux. Ils s'ouvrent sur les bords du cloaque.

» Retzius, qui a étudié ces organes chez le *Python* et le *Tropidonotus natrix*, arrive aux conclusions suivantes :

» 1° Chez les Ophidiens, ces sacs existent seulement chez les femelles; ils occupent à peu près la même place que le double pénis chez le mâle, d'où homologie des sacs anaux et des pénis.

» 2° Une coupe transversale d'un de ces organes montrerait que de l'extérieur à l'intérieur il se composerait des trois couches suivantes : Couche de faisceaux musculaires longitudinaux; couche de muscles circulaires; et enfin muqueuse très fortement plissée qui contient des glandes en tube isolées.

» Retzius, manquant de matériaux frais, ne peut donner une description précise de la structure de ces glandes.

» Ayant eu l'occasion d'examiner ces sacs anaux chez le *Tropidonotus natrix*, la *Coronella austriaca* et la *Vipera aspis*, je suis arrivé à des conclusions différentes :

» 1° Les sacs anaux existent aussi bien chez les mâles que chez les femelles. Lorsque les pénis sont invaginés, ils sont situés sur leur face dorsale et ils viennent déboucher dans la cavité du pénis invaginé, près du point où cette cavité s'ouvre dans le cloaque. Lorsque chaque pénis est dévaginé, chaque sac anal vient s'ouvrir à la base du cône qu'il forme.

» Il n'y a donc aucune homologie à établir entre les pénis du mâle et les sacs anaux de la femelle.

» 2° Au point de vue histologique, mon opinion diffère également de celle de Retzius.

» Chez la *Vipera aspis*, les sacs anaux sont situés au milieu de faisceaux muscu-

(1) Travail du Laboratoire de M. Balbiani au Collège de France.

laires striés longitudinaux qui n'adhèrent pas à la paroi propre du sac, sauf du côté dorsal.

» Cette paroi propre n'est pas formée par des fibres musculaires circulaires, mais par un tissu conjonctif lamelleux très dense et très résistant, assez vasculaire et présentant çà et là des noyaux aplatis et allongés.

» Enfin la couche la plus interne n'est pas une muqueuse; elle est constituée par un épithélium stratifié qui a des caractères très spéciaux.

» On trouve d'abord appliquée sur la couche précédente une rangée de noyaux rapprochés les uns des autres, ce sont les noyaux de petites cellules polygonales qui forment la couche génératrice de l'épithélium. Plus intérieurement viennent des cellules polygonales beaucoup plus grandes dont le protoplasma se creuse de nombreuses vacuoles qui restent incolores ou dont le centre seulement présente un point qui se colore vivement par les couleurs d'aniline.

» A mesure qu'on avance vers l'intérieur, on voit les cellules s'allonger, s'étirer, et prendre la forme de fibres si étroites qu'elles ont peine à contenir le noyau; celui-ci, situé au milieu de la fibre, repousse vers l'extérieur les parois de la cellule. Les vacuoles se sont alignées dans l'épaisseur de la fibre et se sont remplies d'une substance réfringente qui se colore très vivement par les couleurs d'aniline lorsque ces tissus ont été fixés par le mélange de Flemming.

» Au centre de l'organe il se produit une véritable desquamation de ces cellules allongées, et les parois cellulaires se rompant, le produit de sécrétion est mis en liberté. Dans la lumière du sac anal on trouve des débris de cellules épithéliales, des gouttelettes de graisse et des gouttelettes de cette substance spéciale que la cellule élabore à l'intérieur des vacuoles.

» Je ne suis pas encore fixé sur la nature chimique de cette substance. J'avais pensé que ces gouttelettes étaient constituées par de l'éléidine, découverte par M. Ranvier dans les cellules du *Stratum granulosum* de la peau humaine; mais il ne semble pas qu'elle possède toutes les réactions qui ont été indiquées pour cette substance. Je me propose de poursuivre des recherches à ce sujet aussitôt qu'il me sera possible de me procurer des organes frais et fixés par d'autres liquides que celui de Flemming.

» Chez le *Tropidonotus natrix*, la structure générale de l'organe est la même; cependant quelques différences sont à noter. La couche de tissu conjonctif lamelleux envoie à l'intérieur de l'épithélium des prolongements ramifiés et très richement vascularisés, de sorte que la couche génératrice décrit de nombreuses flexuosités. Les cellules subissent la même évolution, mais leur protoplasma se charge de nombreuses gouttelettes graisseuses, qui étaient très rares chez la Vipère. Par contre, on n'y trouve pas ces vacuoles remplies de la substance spéciale précédemment décrite. Cependant, comme nous n'avons examiné que des Couleuvres en état d'hibernation, de nouvelles recherches sont nécessaires sur des animaux pris à une autre époque.

» En résumé, le sac anal est un organe tapissé intérieurement d'un épithélium stratifié qui a conservé l'évolution d'un épithélium de revêtement, tout en s'adaptant à des fonctions sécrétoires. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Anatomie du système trachéen des larves d'Hyménoptères*. Note de M. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le système trachéen a été étudié par Dufour (1841), Palmen (1877), etc., chez un très petit nombre d'Hyménoptères adultes, mais aucun de ces auteurs n'a décrit cet appareil dans les larves des *Vespidæ*. Nous avons entrepris cette étude, en prenant comme types les plus gros représentants de la tribu : *Vespa crabro* et *V. media*.

» Dans les larves des *Vespa crabro*, et en général, dans toutes les larves des *Vespidæ*, on trouve latéralement deux longs tubes trachéens, de fort diamètre, longeant tout l'abdomen, situés entre les vaisseaux de Malpighi et qu'on peut à cause de leur diamètre et de leur grosseur, désigner sous le nom de *cylindres trachéens latéraux*.

» Pour mettre de l'ordre dans ce qui va suivre, et rendre plus claire notre exposition, nous allons examiner : 1° la face ventrale; 2° la face dorsale de la larve.

» 1. Face ventrale de la larve. — Dans les sept segments abdominaux antérieurs, on voit s'échapper des *cylindres latéraux* deux gros tubes dirigés perpendiculairement à l'axe du corps. L'un de ces tubes, situé presque immédiatement sous le tégument, est l'origine du *système trachéen ventral superficiel*, et l'autre, plongé plus profondément dans le tissu adipeux, ainsi qu'un second rameau qui naît dans le tiers antérieur de l'espace *interstigmatique*, constituant le *système trachéen ventral profond*.

» 1° *Système trachéen ventral superficiel*. — Nous allons étudier ce système dans un segment abdominal quelconque, car tout ce que nous allons dire, dans ce cas particulier, pourra être étendu à tous les autres segments homologues.

» Du tronc principal, qui naît en face d'un stigmate, se détachent de nombreux tubes secondaires, dont les uns sont dirigés en avant et les autres vers la partie postérieure du corps. En avant il en existe deux principaux, dont l'un se trifurque et l'autre, simple à son origine, ne tarde pas à se ramifier à son tour. Sur le côté postérieur du tronc principal naissent quatre rameaux : le premier est assez gros et se divise en deux branches, elles-mêmes très divisées; le second est simple, court, mais très ramifié à son extrémité; le troisième est très grêle et prend naissance presque au même point que le quatrième; enfin ce dernier, long et sinueux, se dirige vers les connectifs et s'anastomose par d'innombrables ramuscules avec son congénère du côté opposé. Enfin, le tronc principal continue transversalement sa marche en décrivant des sinuosités; arrivé à peu de distance des ganglions, il se recourbe en arrière, forme une anse en fer à cheval et va s'aboucher au tube similaire venant du système trachéen symétrique. Du sommet de la courbure part une touffe de canalicules simulant une crinière et qui

vont s'anastomer aux filaments issus de la branche postérieure interne. De cette courbure, se détachent, en avant, d'autres filaments qui vont se distribuer dans le névrilemme des ganglions et des connectifs.

» Le *cylindre trachéen* se poursuit encore au delà du dernier orifice stigmatique abdominal, puis se recourbe transversalement, et au point de courbure, donne naissance, à trois branches : la première, dirigée vers l'extérieur, la seconde se continue directement vers les cornes anales et la troisième, très ramifiée dès son origine, va se distribuer vers le point de départ des vaisseaux de Malpighi.

» Dans les trois segments postcéphaliques, la disposition de l'appareil trachéen est un peu différente de celle que nous venons de décrire. De chaque stigmate part un tube qui se dirige d'abord vers l'extérieur, se recourbe en arc et revient vers la face ventrale en donnant deux branches : l'une antérieure et l'autre postérieure. Cette dernière se ramifie peu, mais, arrivée près de la ligne médiane, elle donne de nombreux ramuscules capillaires non spiralés, qui s'enfoncent, en se pelotonnant, dans une masse compacte cordiforme et hyaline située de chaque côté des ganglions nerveux.

» Le *cylindre trachéen* arrivé dans la tête, s'y divise en trois rameaux qui vont se distribuer aux glandes séricigènes, aux bourrelets céphaliques inférieur, latéral et supérieur, etc.

» 2° *Système trachéen ventral profond.* — Ce système, le plus développé de tous, est aussi celui qui apporte le plus grand tribut aux glandes séricigènes, au tissu adipeux, aux vaisseaux de Malpighi et à la musculature intestinale. Il comprend donc une paire de gros troncs disposés transversalement et situés en face des orifices stigmatiques, et une autre paire de rameaux, d'une épaisseur plus faible, placés à une certaine distance des stigmates.

» Les gros troncs transversaux ont un diamètre presque égal à celui des cylindres latéraux. Ils se dirigent de dehors en dedans et ne tardent pas à donner une grosse branche, origine du système superficiel. Après avoir parcouru environ le tiers de sa course, chaque tronc diminue brusquement de diamètre et se ramifie dichotomiquement en un grand nombre de branches, dont cinq principales, que nous ne pouvons décrire ici et qui vont se distribuer aux vaisseaux de Malpighi, aux glandes séricigènes, au tissu adipeux, aux parois inférieures et externes du tube digestif, etc.

» Le rameau trachéen postérieur, qui naît du quart antérieur de l'espace interstigmatique, a un diamètre beaucoup plus faible que le précédent. Il va se ramifier dans le tissu adipeux et aux parois latérales du tube digestif.

» 2. Face dorsale. — 1° *Système trachéen dorsal superficiel.* — Ce système dorsal superficiel est remarquable par sa simplicité et son uniformité : aussi suffira-t-il de le décrire dans un segment pour avoir une idée de son ensemble. Près de chaque orifice stigmatique naît un rameau transverse qui se bifurque et donne deux branches, l'une appartenant au système dorsal superficiel et l'autre au système dorsal profond. Le rameau appartenant au système superficiel ne tarde pas à se bifurquer et à donner une petite branche dirigée en arrière et une branche principale qui se continue transversalement, sans se ramifier, jusqu'au tiers de l'espace compris entre le cœur et les parois latérales du corps; mais, arrivées en ce point, elles donnent deux ramuscules qui se bifurquent à leur tour et produisent de nombreux filaments constituant un vaste réseau capillaire respiratoire, réparti dans le tissu adipeux, la couche musculaire souscutanée et les parois latérales du vaisseau cardiaque.

» Arrivés en arrière de la tête, les deux cylindres latéraux se recourbent brusquement et sont mis en rapport par un tronc transversal postcéphalique. Du point de courbure naissent cinq branches principales qui vont se distribuer dans les parties médianes et latérales de la tête.

» Vers la partie postérieure de l'abdomen il existe, outre la branche transversale inférieure, une branche supérieure formant un anneau complet autour de l'invagination rectale, anneau qui unit les deux extrémités postérieures des deux cylindres trachéens latéraux. Du tronc transversal supérieur naissent, de chaque côté, deux rameaux qui vont se distribuer dans de courts appendices du dernier segment abdominal.

» 2° *Système trachéen dorsal profond.* — Pour l'étude de ce système, nous n'aurons à nous occuper que de la région abdominale, attendu que l'appareil trachéen céphalique et celui de la région postérieure du corps viennent d'être décrits. Les deux rameaux qui donnent naissance aux deux systèmes respiratoires dorsaux proviennent d'un tronc unique issu des cylindres latéraux, avec cette différence que les branches profondes sont plus volumineuses que celles de la périphérie. Le tronc, d'abord simple, ne tarde pas à se bifurquer deux fois et à donner deux branches secondaires, terminées elles-mêmes par d'innombrables ramuscules capillaires qui vont se distribuer à la face dorsale du tube digestif, aux vaisseaux de Malpighi et au tissu adipeux. Sans nous étendre davantage sur ce sujet, disons que, dans le système dorsal profond, on n'observe jamais d'anastomoses entre les tubes trachéens situés des deux côtés du corps. De part et d'autre, on remarque que les derniers ramuscules s'entremêlent sans jamais communiquer directement entre eux.

» En résumé, on peut se représenter l'appareil trachéen des larves comme formé de *deux longs cylindres latéraux parallèles émettant transversalement de nombreuses ramifications, unis antérieurement par un gros tronc et postérieurement par deux branches d'inégale grosseur, constituant un anneau périrectal.* »

ZOOLOGIE. — *Sur la dégénérescence des produits génitaux chez les Polyclinidés.* Note de M. Caullery (1).

« J'ai été amené, au cours d'études que je poursuis sur les Ascidies composées de la Manche, à examiner les phénomènes de dégénérescence que présentent les organes génitaux dans le groupe des Polyclinidés. Mes études ont porté principalement sur deux espèces : *Circinalium concrescens* Giard et *Polyclinum luteum* Giard.

(1) Travail des laboratoires zoologiques de Wimereux (Pas-de-Calais) et de l'École Normale supérieure.

» Les organes génitaux de ces ascidies sont situés, comme on sait, dans le postabdomen où la cloison épicardique détermine deux tubes : l'un dorsal, l'autre ventral ; l'ovaire et le testicule sont dans le premier. Les ovules et les spermatozoïdes arrivent à maturité au mois de juin ; dès le mois de septembre, il se produit dans les individus des modifications qui annoncent les phénomènes que nous allons étudier. Le postabdomen se sépare peu à peu du reste de l'ascidiozoïde et prend une teinte rouge brique (*Circinalium*), ou jaunâtre (*Polyclinum*), due à ce que sa cavité s'est remplie d'un tissu de réserve, formé aux dépens des cellules mésenchymateuses ; dans le protoplasma de celles-ci, ont apparu des granulations réfringentes et des gouttelettes graisseuses. Entre les groupes de ces cellules, pressées en amas compact, se trouvent encore des cellules mobiles pigmentées.

» Les ovules montrent alors les premiers phénomènes de dégénérescence. Ce sont les plus âgés qui sont d'abord altérés. Les enveloppes folliculaires deviennent irrégulières et englobent, en certains points, des fragments de vitellus. L'intérieur de l'œuf présente maintenant dans le vitellus un assez grand nombre de noyaux ; ceux-ci proviennent des enveloppes de l'œuf. Plus tard, ils subissent le plus souvent la dégénérescence que Flemming a appelée *chromatolyse*. La chromatine se dissout et imprègne tout le noyau, qui prend une coloration intense et diffuse par le carmin. La vésicule germinative, avec son nucléole, se reconnaît très longtemps ; je n'ai pas observé chez les Polyclinidés les figures karyokinétiques que Flemming, Henneguy, etc., ont signalées chez les mammifères, dans l'atrésie des follicules de Graaf. Quand la dégénérescence est très avancée, les contours de l'œuf ont disparu ; le vitellus, dont le volume a diminué dès le début de la dégénérescence, est réduit maintenant à de petits amas isolés, entre lesquels on observe de nombreux noyaux provenant soit des enveloppes de l'œuf (et en chromatolyse), soit de cellules mésenchymateuses ayant émigré en ces points. Je n'ai pas aperçu d'englobement net de portions de vitellus, par une de ces cellules ; mais elles forment un véritable réseau dans les mailles duquel sont emprisonnés les restes du vitellus, et ce phénomène peut être rapproché de la phagocytose.

» Le testicule présente des faits analogues. A l'état normal, les ampoules testiculaires sont limitées par un épithélium très mince ; à l'intérieur, il n'y a que des cellules séminales et pas de tissu conjonctif. La dégénérescence se marque encore ici par une chromatolyse. Les cellules séminales se rapprochent les unes des autres par petits groupes ; les noyaux prennent des contours irréguliers, se colorent fortement et d'une façon uniforme. On retrouve longtemps, au centre de l'ampoule, un certain nombre de cellules non atteintes par cette dégénérescence. Elles correspondent toujours à des stades peu avancés de la spermatogénèse. L'ampoule se déforme et son volume se réduit. Sa paroi, par adjonction des groupes de cellules en voie de chromatolyse, est maintenant épaisse et présente de larges mailles, où l'on trouve, soit des noyaux altérés, soit des amas de globules graisseux. Elle finit par n'être plus reconnaissable, au

milieu du tissu de réserve, qu'à un petit amas de noyaux très fortement colorés. Je n'ai pu jusqu'ici déterminer le processus ultime de sa disparition.

» Ces phénomènes se produisent régulièrement à l'automne; on les rencontre accidentellement pendant l'été sur des individus isolés. On peut aussi les produire d'une façon expérimentale. M. Giard a déjà constaté que, si l'on coupe l'extrémité d'un cormus d'aplidien (*Morchellium argus* M. Edw.) où se trouve la partie supérieure des individus, celle-ci se régénère. J'ai répété ces expériences sur *Circinalium concrescens*. Les phénomènes sont quelque peu différents suivant le point où la section est faite. Si elle rencontre la branchie ou l'anse digestive, tout ce qui reste au-dessus du post-abdomen dégénère, et celui-ci s'isole par un étranglement, comme cela arrive à la fin de l'été, puis régénère un individu complet. Mais si la section est faite au-dessous de l'anse digestive, la régénération des parties coupées se fait immédiatement, suivant les processus ordinaires du bourgeonnement des Polyclinidés. Au bout de cinq à six jours, tous les organes sont reconstitués. Dans l'un et l'autre cas, les produits génitaux de l'individu mutilé dégénèrent, par des processus exactement semblables à ceux que nous avons étudiés. Mais il se forme des cellules génitales nouvelles, aux dépens des parties épithéliales non différenciées de l'appareil génital ancien. Il y a donc continuité entre les produits génitaux de l'individu mutilé et de l'individu régénéré.

» Je serais porté à admettre, suivant l'opinion de Kowalewsky, que, dans le bourgeonnement des Polyclinidés, les organes génitaux du bourgeon proviennent directement de ceux du parent. J'ai observé, en effet, dans les bourgeons, à tous les stades, un tube génital continu, qui m'a paru provenir directement des parties épithéliales indifférentes de l'appareil génital de l'individu progéniteur. Comme, d'autre part, j'ai observé l'ébauche très nette d'un cordon génital chez l'oozoïte, il y aurait continuité entre les produits génitaux de tous les individus issus d'un œuf. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Maladies bacillaires de divers végétaux.* Note de MM. **Prillieux** et **Delacroix**, présentée par M. Duchartre.

« Dans une Note que nous avons eu l'honneur de soumettre à l'Académie en 1890, nous avons signalé, sous le nom de gangrène de la tige, une maladie bacillaire attaquant les Pommes de terre de grande culture et les *Pelargonium*, et nous avons donné au Bacille qui la cause le nom de *Bacil-*

lus caulivorus. Depuis cette époque, nous avons observé diverses autres plantes infectées par le même Bacille.

» Sur la Clématite à grandes fleurs, la tige est attaquée au collet, la plante dépérit et meurt bientôt.

» Les *Begonia Rex* et *ricinifolia* sont, les premiers surtout, fréquemment atteints dans les serres à multiplication. Le pétiole est d'abord envahi; il s'affaisse, sa surface se ternit. Dans les cellules de son parenchyme, on voit tourbillonner de nombreux Bacilles. La feuille s'altère, jaunit et se dessèche suivant des lignes sinueuses, étroites, dont le nombre augmente peu à peu et bientôt elle se dessèche entièrement. Quand un pied est attaqué depuis quelque temps, les jeunes feuilles meurent avant de s'être développées et la plante succombe.

» Une maladie identique sévit sur les *Gloxinia*.

» Dans tous ces cas, le Bacille parasite qui a $1\frac{1}{2}\mu$ de long sur $\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{3}\mu$, présente, quand on le cultive, le même caractère : le milieu où il se développe, bouillon de veau ou gélatine, prend une couleur vert urane très marquée et qui s'accentue par l'agitation. Cette coloration du milieu de culture paraît semblable à celle que produit le Bacille pyocyanique. On a récemment signalé en Allemagne la présence de ce dernier sur la Pomme de terre et le *Pelargonium*.

» Dans les serres à raisins du nord de la France, plus rarement sur les treilles, on a observé une maladie des grappes caractérisée d'abord par l'apparition sur les rafles de taches d'un fauve clair qui s'accentue plus tard. Elles peuvent s'étendre et pénétrer dans toute la profondeur de l'organe et alors les grains situés au delà se dessèchent. Lorsque la maladie apparaît de bonne heure, aucun raisin ne peut arriver à maturité et le dommage est important pour le cultivateur.

» Dans les cellules voisines des taches on voit se mouvoir de nombreux Bacilles de $1,25\mu$ sur $0,75\mu$. Les cultures de ces Bacilles ressemblent beaucoup à celles du *Bacillus caulivorus*; néanmoins la coloration verdâtre en est moins accentuée. L'identité des deux Bacilles nous paraît assez probable.

» Nous avons observé dans d'autres plantes des maladies bacillaires qui ne doivent certainement pas être attribuées au *Bacillus caulivorus*.

» Sur le *Cyclamen persicum*, on voit les pétioles des feuilles et les pédoncules des fleurs se flétrir, s'affaisser et mourir avec les organes qu'ils supportent. La culture nous a permis d'en isoler un court Bacille trés mobile, de $\frac{2}{3}\mu$ de long, qui, au bout de quelque temps, forme des chaînettes dont

les articles ont 1,5 μ sur 0,5 μ. Les articles peuvent se dissocier et sont peu mobiles. Dans les cultures datant de plusieurs mois les filaments ont sporulé. Ces cultures ne prennent pas la couleur vert urane de celles du *Bacillus caulivorus*.

» Sur le Tabac on a signalé, depuis plusieurs années déjà, une maladie qui a sévi avec intensité en Russie et en Autriche et qui actuellement cause des dégâts importants en France, dans les cultures de la vallée de la Garonne. En Allemagne elle est désignée sous le nom de *maladie mosaïque*. Elle est caractérisée d'abord par des taches où le limbe de la feuille est décoloré; bientôt ces places se dessèchent et forment des macules d'un jaune grisâtre dont le pourtour est marqué par une bordure plus colorée, où les cellules sont subérisées et qui limite le foyer d'infection. C'est cette dernière forme qui s'observe plus généralement dans le sud-ouest de la France où l'on donne à cette maladie le nom de *nielle*. Dans les cellules des taches, on observe un Bacille présentant à peu près les mêmes dimensions que celui du *Cyclamen* et s'organisant de même en chaînettes; mais il est un peu plus court et plus mobile; nous ne l'avons pas vu former de spores. Son milieu de culture devient jaune; il ne se colore jamais en vert.

» Des Tomates provenant de localités diverses (Reims, Terguier, Montrichard, etc.) nous ont présenté une altération particulière que nous avons reconnue due à un Bacille. Les fruits, en voie de croissance, brunissent et se gangrènent par leur partie supérieure. Le centre de l'altération est l'insertion du style. Les cellules des fruits attaqués contiennent en abondance des Bacilles de $\frac{2}{3}$ μ à 1 μ sur $\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{3}$ μ, qui ne forment pas de chaînettes, mais se groupent en zooglées assez compactes. Ce Bacille est peu mobile; par l'agitation, sa culture verdit un peu, mais d'une façon bien moins intense que celle du *Bacillus caulivorus*. Il est probable que l'infection des Tomates se fait par le style, dans la fleur; nous n'avons cependant pas réussi à la produire en déposant dans les fleurs des gouttes de bouillon de culture du Bacille. Par piqûre sur les fruits jeunes elle se réalise facilement.

» Des tubercules de Glaïeul, présentant à leur surface des taches brunâtres où le tissu était corrodé assez profondément, nous ont présenté, dans les cellules voisines des points gangrenés, des Bacilles courts, très mobiles, de 1 μ à $1^{\mu},25$, qui ne modifient pas la coloration de leur bouillon de culture.

» Nous avons reçu de Tunisie des échantillons de Vignes dépérissantes dont les racines et le bas des tiges offraient, sur une coupe transversale, des places livides. Les éléments ligneux et plus particulièrement les cel-

lules des rayons médullaires étaient brunis et atteints de dégénérescence gommeuse et renfermaient de nombreuses colonies de Bactéries courtes, qui, dans les cultures, forment bientôt des chaînes courtes dont chaque article mesure de 1μ à $1^{\mu},25$, Elles ne colorent pas sensiblement leur bouillon de culture. Des infections faites à la base d'une Vigne saine ont produit des lésions locales semblables.

» Des sarments, provenant de Saint-Aignan (Loir-et-Cher) et présentant en divers points des sortes de chancres ayant à peu près l'aspect de ceux que produit l'anthracnose, nous ont montré, à leur intérieur, les mêmes lésions anatomiques que celles de Tunisie. Ils contenaient un Bacille que nous avons cultivé et qui nous a paru identique à celui des Vignes de Tunisie. Cette maladie des Vignes est probablement analogue à celle que l'on désigne en Italie sous le nom de *Mal nero*.

» Les Pommes de différentes variétés, de Calville, Reinette, etc., montrent souvent, quand on les coupe, des portions où le tissu est d'abord plus transparent et a un aspect vitreux; puis les cellules y meurent; elles forment des îlots de couleur fauve et assez semblables à du liège. On y trouve des Bacilles courts presque comme des *Micrococcus*, qui ne colorent pas les bouillons de culture.

» Nous continuerons nos essais de culture pure et d'infection des végétaux vivants, qui sont indispensables pour caractériser d'une façon plus précise les Bacilles parasites des plantes qui sont bien plus répandus qu'on ne le pensait, il y a quelques années, et auxquels il convient d'attribuer dans la Pathologie végétale un rôle important. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les* Pterophyllum. Note de M. **B. Renault**, présentée par M. P. Duchartre.

« Le genre *Pterophyllum* est fondé uniquement sur des frondes caduques; les tiges qui les ont portées sont inconnues. Ce sont des feuilles pétiolées, pinnées, à segments allongés, linéaires, insérés normalement par toute leur base sur les côtés du rachis, entièrement libres ou très peu confluents; les segments supérieurs sont disposés en éventail à l'extrémité du rachis. Le limbe est parcouru par des nervures simples, égales, parallèles, aboutissant au sommet arrondi ou sur les bords terminés en pointe des pinnules. Les *Pterophyllum* ont été rencontrés dans le terrain houiller de

Saint-Étienne : *Pt. Grand'Euryanum* Sap. et Mar. de Blanzy ; *Pt. primævum* B. R., de Zwickau ; *Pt. Cottæanum*, Geinitz, dans le Trias ; *Pt. Jæjeri* Brgt., dans le Wealdien ; *Pt. Brongniarti* Morris, etc. La durée de ce genre de Cycadée, à travers les temps géologiques a donc été très longue.

» L'espèce que nous décrivons sous le nom de *Pt. Cambrayi* a été recueillie par M. Cambray, ingénieur, dans les schistes qui recouvrent immédiatement le Boghead aux Thélots, c'est-à-dire à la partie supérieure du terrain permien d'Autun ou terrain Autumnien.

» La fronde, incomplète à ses deux extrémités, mesure 15^{cm} de longueur; le rachis assez grêle n'atteint que 3^{mm} à la partie inférieure et $2^{mm},8$ à l'autre extrémité; aussi est-il légèrement infléchi, et non dressé et rectiligne comme celui de la plupart des frondes de *Pterophyllum*. On remarque de fines stries longitudinales sur toute son étendue. Les pinnules sont droites, longues de 48^{mm}, larges de $3^{mm},5$ à 4^{mm}; celles qui sont complètes ont leur extrémité terminée en pointe de couteau aiguë. Elles sont très rapprochées, légèrement confluentes à la base; sur une longueur de 10^{cm} on en compte vingt-deux. Les nervures très fines sont nettes, parallèles, quelquefois dichotomes, toutes égales et se terminent aux bords extrêmes de la feuille; on en compte trois sur une largeur d'un millimètre.

» Par les dimensions de la fronde cette nouvelle espèce se rapproche plus des espèces du Trias, du *Pt. Jægeri* entre autres, que des *Pterophyllum* houillers; en effet, les pinnules ont à peu près les mêmes dimensions et la même nervation que celle des jeunes frondes du *Pt. Jægeri;* cependant le rachis est un peu plus faible, et les pinnules sont terminées en pointe au lieu d'être tronquées comme dans cette dernière espèce.

» Ces différences sont assez faibles pour que, malgré l'intervalle de temps considérable qui sépare le dépôt des schistes permiens exploités aux Thélots et celui des marnes irisées, nous soyons porté à admettre que le type des *Pterophyllum* secondaires date de la période permienne et n'a subi que de légères modifications en passant au Trias.

» L'espèce que nous décrivons s'éloigne au contraire beaucoup du *Pt. Cottæanum*, du permien de Zwickau ; dans ce dernier, en effet, le rachis est épais, muni en dessus de deux gouttières longitudinales d'où partent les pinnules. Ces deux gouttières font défaut dans les échantillons de *Pt. Jægeri* de Swabenberg de même que dans notre échantillon ; les pinnules mesurent près de 1^{cm} de largeur, sont beaucoup plus longues et possèdent des nervures fortes, saillantes, espacées. Les différences sont encore plus marquées, si on compare le *Pt. Cambrayi* avec les *Pterophyllum*

houillers, tels que le *Pt. Grand-Euryanum* (1), le *Pt. primævum* (2) et le *Pt. Fayoli* (3). Ces trois espèces paraissent appartenir à un type complètement différent, beaucoup plus vigoureux, beaucoup plus développé, ayant pour représentant le *Pt. Fayoli*, qui jusqu'à présent est l'espèce la mieux conservée que l'on ait décrite. A l'époque permienne les deux types de *Pterophyllum* existaient; le type houiller le plus grand aurait disparu le premier. »

GÉOLOGIE. — *Sur les gabbros et les amphibolites du massif de Belledonne.* Note de MM. **L. Duparc** et **A. Delebecque**, présentée par M. Fouqué.

« La feuille Grenoble de la Carte géologique détaillée de la France, par Lory, indique dans l'angle sud-est un gisement important de roches éruptives basiques, situé au milieu des amphibolites qui, dans cette région, forment une traînée puissante. Nous avons entrepris l'étude pétrographique complète de cette série, et y distinguons :

» 1. Des gabbros saussuritisés. — Ceux-ci, qui se rencontrent principalement du côté du lac Robert, présentent des types variés. Les minéraux constituants en sont le diallage, l'amphibole, les feldspaths plus ou moins saussuritisés, puis la zoïsite, l'épidote, l'actinote, la chlorite, la séricite, la magnétite, comme minéraux secondaires.

» Le *diallage* est incolore. Sur g_1 ses extinctions varient entre 38°-41°, $2V = 50°$ environ; $ng - np = 0,024$ (comparateur). Par places il renferme de nombreuses inclusions de lamelles brunes, aplaties, intercalées parallèlement aux clivages et aussi des grains noirs. Ce diallage est toujours de grande taille, il constitue souvent la presque totalité de la roche, dans d'autres cas il est rare; le feldspath prédomine alors de beaucoup. Ce diallage présente d'habitude un commencement d'ouralitisation périphérique, ou aussi, suivant les clivages, une transformation en *amphibole brune*, polychroïque, s'éteignant à 19° ($ng - np = 0,021$); les inclusions du diallage se continuent dans l'amphibole.

» Les *feldspaths* sont rarement déterminables. Sur quelques cristaux où les macles de l'albite sont encore conservées, les extinctions dans la zone

---

(1) Sap. et Mar., *Évolut. des phanérogames*, p. 109.

(2) *Comptes rendus*, 1886; *Flore de Commentry*, p. 621.

(3) *Flore de Commentry*, p. 619, Pl. LXVIII.

de symétrie perpendiculaire à g_1 correspondent à des variétés voisines du labrador (55° entre deux lamelles hémitropes). Généralement ces feldspaths sont transformés en une masse polarisant à la façon des agrégats, dans laquelle on trouve des paillettes de séricite, des petits cristaux de zoïsite et, par places, des grains d'épidote. Ces deux derniers minéraux se trouvent aussi en grands cristaux parfois très abondants.

» L'*actinote* se développe en houppes ou en cristaux bacillaires dans le voisinage du diallage; elle est incolore, quelquefois légèrement verdâtre, et polychroïque. Allongement positif; extinctions de 15°-20°; biréfringence normale.

» La *chlorite*, en lamelles vertes, est aussi fréquente; de plus, on rencontre (notamment dans les gabbros pauvres en feldspaths) des plages serpentineuses avec canaux chargés de magnétite.

» 2. Des gabbros ouralitisés. — Ces belles roches paraissent à l'œil nu formées exclusivement d'une hornblende brune de très grande taille. Sous le microscope, elle est excessivement polychroïque (*ng* brun foncé, *nm* brun, *np* brun très pâle). Cette hornblende paraît criblée de taches noirâtres qui, examinées aux forts grossissements, ne sont qu'une accumulation sur certains points d'inclusions lamellaires préexistantes dans le diallage. Les cristaux d'amphibole sont réunis par une masse serpentineuse à structure alvéolaire chargée de houppes et filaments d'actinote. Tantôt l'ouralitisation est complète, tantôt il reste encore quelques débris de diallage.

» 3. Des serpentines. — Elles sont très uniformes et constituées exclusivement par un beau chrysotyle affectant la disposition alvéolaire, à larges fibres. Les alvéoles sont soulignées par de la magnétite. Par places, on trouve encore quelques rares vestiges d'un minéral préexistant biréfringent et fibreux qui paraît être du diallage. On trouve aussi localement quelques plages colloïdes.

» Nous avons examiné également un grand nombre d'amphibolites de la région. Elles sont grenues et formées d'une amphibole toujours très polychroïque dans les tons verts ou bruns. Le *sphène* n'y est point rare. Entre les cristaux d'amphibole on trouve des grains d'orthose, puis de l'oligoclase plus rare et de la magnétite; parfois l'amphibole est noyée dans une masse colloïde ou séricitique. Nous avons pu nous rendre compte que, à côté des amphibolites franches, un très grand nombre de celles qui figurent comme telles sur la Carte dérivent de gabbros, finement grenus, *complètement ouralitisés* en amphibole verte, dans laquelle on retrouve soit les

inclusions typiques du diallage, soit aussi des débris encore déterminables de ce minéral.

» Nous avons pu suivre cette transformation plus au sud, sur divers points de la traînée d'amphibolites. Il en résulte donc que les roches éruptives figurées sur la Carte ont une extension beaucoup plus grande que celle qui leur a été attribuée, qu'elles forment selon toute vraisemblance une traînée continue au milieu des amphibolites, et qu'une notable partie de ces dernières, soit sur la feuille de Grenoble, soit sur celle de Vizille, doit être rattachée à des variétés de gabbros à grain fin, complètement ou partiellement ouralitisés. »

GÉOLOGIE. — *Les zones tectoniques des Alpes de Suisse et de Savoie.* Note de M. **Émile Haug**, présentée par M. Fouqué.

« Les zones longitudinales que Charles Lory a distinguées dans les Alpes de Savoie et du Dauphiné correspondent plutôt à des divisions orographiques qu'à des zones tectoniques homogènes, constituées dans toute leur longueur par un même faisceau de plis, et si l'on poursuit dans les Alpes suisses les zones des Alpes françaises, on est amené à des résultats tout différents de ceux auxquels était arrivé M. Diener, ainsi que je vais essayer de le démontrer.

» Les chaînes subalpines de Lory appartiennent, en réalité, à plusieurs faisceaux de plis distincts. Les massifs du Vercors et de la Chartreuse sont essentiellement constitués par des plis jurassiens; le Massif du Génevois et du Faucigny ne comprend, par contre, que des plis alpins qui, coupés obliquement par la vallée de l'Isère, entre Albertville et Montmélian, naissent au sud dans la bordure liasique du massif de Belledonne, se continuent au nord dans le massif de Platé et dans celui de la Dent du Midi, où ils s'empilent en plis couchés, et viennent s'appuyer, sur la rive droite du Rhône, sur l'extrémité septentrionale du massif cristallophyllien des Aiguilles Rouges. M. Diener a séparé avec raison des chaînes subalpines la « zone du Chablais » ou région des « Préalpes », qui constitue une zone tectonique plus extérieure des Alpes occidentales, mais il a considéré à tort comme leur prolongement vers le nord-est toute la région des Hautes Alpes calcaires suisses. En effet, les plis du faisceau faucignyen s'arrêtent au Pas de Cheville, après s'être redressés et atténués, et font place à une zone de plis qui coupent obliquement leur direction et viennent se placer

ensuite sur leur prolongement; c'est la chaîne du mont Gond et des Diablerets, qui appartient à un faisceau de plis plus internes et constitue le commencement des Hautes Alpes calcaires.

» Ce relaiement d'un faisceau de plis par un faisceau plus interne de la chaîne est un fait général dans les Alpes occidentales et peut d'ailleurs s'expliquer aisément. La chaîne cristallophyllienne de Belledonne, qui est constituée par le faisceau de plis le plus extérieur de la « première zone alpine » de Lory, diminue graduellement de relief vers le nord; à Flumet, elle plonge sous un manteau de terrains secondaires et reparaît à Mégève sous forme de boutonnière, mais s'arrête entièrement à la vallée de l'Arve. Elle est bordée à l'ouest par le faisceau des plis de Beaufort et du lac de la Girotte, qui se resserrent graduellement vers le nord, s'étranglent complètement entre les Contamines et Saint-Nicolas-de-Véroce, dans la vallée de Montjoie, pour s'épanouir de nouveau plus au nord et former le massif du Prarion, ainsi que l'a montré M. Michel Lévy. Le massif du Prarion est venu se placer, grâce à un décrochement horizontal, dans le prolongement du massif de Belledonne et le massif du Mont-Blanc se trouve dans l'axe orographique des plis de Beaufort, tandis qu'il appartient à une zone tectonique plus intérieure. C'est donc le fait que le massif de Belledonne s'arrête à la vallée de l'Arve qui a permis à des faisceaux situés en arrière de lui de venir se placer dans son prolongement orographique, en se déplaçant vers le bord des Alpes. De même, c'est parce que le massif des Aiguilles Rouges, continuation des plis de Beaufort et du Prarion, s'arrête sous la Dent de Morcles, que les plis de la chaîne des Diablerets sont venus relayer les plis faucignyens de la chaîne de la Dent du Midi et du Muveran.

» Dans l'état actuel de nos connaissances, il est difficile de dire si la chaîne des Diablerets appartient à la zone tectonique du Mont-Blanc ou si elle correspond aux plis externes de la « zone du Briançonnais » de M. Diener, bien que la première alternative soit la plus vraisemblable. Dans tous les cas, l'on peut démontrer dès à présent que le massif central de l'Aar surgit au milieu du faisceau du Briançonnais et qu'il en est de même du massif du Gothard. Ces deux massifs ne font donc pas partie de la « première zone alpine » ou « zone du Mont-Blanc », comme l'a admis M. Diener, et les massifs anciens de cette zone s'arrêtent un peu au delà du coude du Rhône, en même temps que les plis du faisceau faucignyen des chaînes subalpines.

» Le massif de l'Aar se termine, à l'est, de la même manière que celui de Belledonne à son extrémité septentrionale; les terrains cristallophylliens

plongent sous une couverture de dépôts sédimentaires et la boutonnière de Vättis forme le pendant de celle de Mégève. Les schistes des Grisons, du Prättigau, qui appartiennent à la « quatrième zone alpine » de Lory, viennent se placer, grâce à un décrochement horizontal, dans le prolongement orographique du massif de l'Aar, tout comme le Prarion relaye la chaîne de Belledonne et comme les Diablerets relayent le faisceau faucignyen.

» La dépression considérable que subit le massif de l'Aar à l'est du Kisten Pass a produit, en outre, une poussée au vide, qui a eu pour résultat le chevauchement de la dépression par le pli sud et par le pli nord de Glaris. Le pli nord est l'exagération d'un déversement vers le sud que présentent partout les plis méridionaux de la zone des Hautes Alpes calcaires suisses. Le pli sud correspond à l'étirement en pli-faille de l'anticlinal de Truns, qui n'est autre chose qu'une digitation du massif du Gothard. C'est donc là encore un exemple d'une zone interne des Alpes qui vient prendre la place d'une zone plus extérieure, mais ici ce n'est plus ni par simple déviation des plis, comme aux Diablerets, ni par décrochement, comme au Prarion, que les plis internes viennent se substituer aux plis externes, c'est par chevauchement, par charriage horizontal (¹).

» Si l'on assimile les deux massifs de la brèche du Chablais et de la brèche de la Hornfluh, dans la zone des Préalpes, à des massifs anciens restés cachés sous leur manteau sédimentaire, — assimilation qui d'ailleurs ne peut être qu'approximative, — on sera frappé du fait que les plis du faisceau faucignyen sont en quelque sorte écrasés entre le massif du Chablais et celui des Aiguilles Rouges, que ceux de la chaîne des Diablerets

---

(¹) On peut citer encore plusieurs exemples de cas où, obéissant à la poussée au vide, des zones tectoniques des Alpes sont venues chevaucher sur la zone située immédiatement en avant d'elles, et cela précisément aux endroits où les massifs centraux n'opposent pas de résistance au déplacement des masses vers l'extérieur. Ainsi, dans l'intervalle entre le massif du Mont-Blanc et celui de l'Aar, les couches triasiques de la zone du Briançonnais sont recouvertes, sur une assez grande largeur, par le vaste pli couché des schistes de Casanna du Combin, ainsi qu'il ressort des coupes de Gerlach et des contours de sa carte.

Entre le massif du Pelvoux et celui du Mont-Blanc, la zone du Briançonnais s'élargit subitement d'une manière considérable et son bord externe chevauche sur les schistes liasiques de la première zone. Enfin, c'est entre le massif du Pelvoux et celui du Mercantour, dans l'Embrunais et dans la vallée de l'Ubaye, que s'observent les importants phénomènes de recouvrement dont M. Kilian et moi avons commencé l'étude.

sont écrasés entre la Hornfluh et le massif de l'Aar, mais que, immédiatement au delà des deux extrémités des massifs de brèche, à Châtillon (Haute-Savoie) et à Wimmis, les deux faisceaux s'épanouissent, de telle sorte que leurs chaînons extérieurs se placent dans l'alignement orographique de la zone des Préalpes. La zone du Génevois, la zone du Chablais et la zone des Hautes Alpes calcaires suisses viennent donc successivement jouer le rôle de zone extérieure des Alpes occidentales.

» Les faits que je viens d'exposer ont été coordonnés sans aucune idée théorique préconçue; ils découlent presque empiriquement d'un examen approfondi des cartes géologiques, mais ils me semblent pouvoir s'expliquer sans peine par la forme en dôme des massifs centraux et par la résistance opposée par ces massifs à la propagation des plissements de l'écorce terrestre. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur les épanchements boueux.* Note de M. STANISLAS **MEUNIER**.

« La catastrophe de Saint-Gervais a rappelé l'attention sur les épanchements boueux des pays de montagnes; mais, s'il est rare que les conséquences des torrents de boue soient aussi désastreuses que le 12 juillet 1892, il ne faut pas oublier que le phénomène est tout à fait normal, et constitue comme un trait de la physiologie des régions où il se produit. M. de Montzey en a résumé l'économie, dans un travail d'un haut intérêt (¹).

» Des expériences poursuivies au laboratoire de Géologie du Muséum me paraissent de nature à donner aux épanchements boueux une signification géologique particulière.

» Il y a lieu de distinguer, dans le cours d'un torrent boueux, deux régions différentes : 1° une région supérieure, à forte pente, où la boue se constitue et où elle acquiert une force vive considérable; 2° une région inférieure, à pente beaucoup plus douce, où la boue s'arrête sous la forme d'un *delta boueux*. C'est de cette seconde région que je m'occuperai aujourd'hui, réservant l'autre pour une Communication ultérieure.

» L'appareil dont je me suis servi consiste en une planche de $0^m,66$ de large et de 4^m de longueur, dont l'inclinaison, variable à volonté, est indiquée par un éclimètre.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 305, 8 août 1892.

A la partie supérieure est articulée, par une charnière, une caisse carrée de 18^{cm} de côté, qu'on peut faire basculer à l'aide d'une corde passant sur une poulie, de façon à en déverser, sur la planche, le contenu consistant en 35^{kg} environ de boue.

» La boue a été obtenue en mélangeant avec de l'eau une variété ocreuse de sable de Fontainebleau, connue dans Paris sous le nom de *sablon*. Avec 300^{cc} d'eau par kilogramme de sable sec, on obtient une boue bien coulante, qui cependant porte sans les engloutir des fragments de calcaire et de granit.

» La planche étant inclinée à 26° sur l'horizon, on constate que la boue s'y étale de façon à constituer une vraie coulée, dont la forme est tout à fait comparable à celle des nappes de lave vomies par les volcans (¹). Pendant le déversement, celle-ci s'épanche d'abord latéralement à droite et à gauche, de façon à occuper 40^{cm} environ en largeur. Elle progresse en même temps dans le sens de la pente, en une traînée limitée en avant par un bourrelet semi-circulaire, et s'arrête après avoir recouvert $1^m,50$ à $1^m,80$ de longueur. Cette traînée reste toujours adhérente à la boue restée contre la paroi du réservoir, ce qui montre que sa progression est due, avant tout, à la pression des parties supérieures.

» Le mécanisme de l'écoulement mérite d'être précisé. Dans une coupe verticale passant par l'axe de symétrie de la coulée, on trouve que la vitesse maxima est à la surface. Mais il existe à l'avant une *zone frontale* où, à cause de la forme du bourrelet-limite, les parties superficielles descendent vers le sol et viennent se jeter à la traverse des courants horizontaux plus profonds. Il en résulte que le bourrelet est aplati et comme écrasé par le torrent qui s'avance sur lui.

» La matière de fond, celle qui est en contact avec le sol, augmentée, à la tête de la coulée, par les éléments venant de la surface, *ne glisse pas du tout*. Elle se constitue en une sorte de matelas, bien plus étalé vers l'amont que le torrent lui-même, et reste sous la forme de larges *plèvres*, à droite et à gauche du flot qui descend. La boue glisse donc exclusivement sur de la boue qui, dès le commencement de l'écoulement, a comblé les inégalités du sol.

» L'influence de la charge supérieure et de la pente sur l'écoulement et sur la forme du delta épanché a été déterminée pour diverses compacités de pâtes. La vitesse d'écoulement a, dans tous les cas, une influence directe sur la largeur des plèvres.

» En plaçant des obstacles devant la matière coulante, on a produit des intumescences, des divisions des courants en plusieurs bras, et des confluences de plusieurs courants en un seul. J'ai relevé une série de diagrammes, en plans et en coupes, de ces différentes conditions.

» C'est d'une manière spéciale qu'a été étudiée la puissance de transport des épanchements boueux. Des blocs de roches variées ont été charriés, sans aucun frottement, sur plus de 1^m de longueur. Certains d'entre eux ont été rejetés soit sur le front, soit sur les bords de la coulée, de façon à imiter la disposition des moraines glaciaires.

(¹) C'est ce que montre bien une photographie que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, et qui a été prise par M. Massat, attaché au laboratoire de Géologie du Muséum.

» Quand un bloc, préalablement placé en avant du réservoir, reçoit le choc du courant, il est ordinairement roulé et recouvert par la boue. Cependant nombre de dispositions permettent à celle-ci de le prendre par-dessous et de le soulever pour l'emporter à la faveur d'une espèce de jaillissement hydrostatique. C'est la répétition d'un fait que j'ai vu à Saint-Gervais, où des meules de moulin ont été prises dans un cellier par le torrent et emportées à plusieurs kilomètres.

» Parmi les conclusions de ces recherches, je signalerai spécialement celles qui paraissent avoir des applications géologiques directes.

» De ce nombre est le transport de blocs rocheux à des distances souvent très grandes et dans des conditions qui feraient supposer l'intervention glaciaire. Il suffit que la pluie fasse plus tard disparaître la boue, pour que les roches charriées se présentent avec l'allure des blocs erratiques proprement dits.

» Une autre application plus fréquente encore concerne les accumulations de boue à pierrailles, dont tant de vallées sont encombrées, et qu'on regarde aussi, sans exception, comme du terrain franchement glaciaire. Une partie notable de ce terrain, dans lequel se constituent si aisément les pilastres de terre, comme les *cheminées des fées* de Saint-Gervais, doit certainement son origine au phénomène boueux, et la considération de celui-ci devra provoquer, dans certains cas, une restriction dans la dimension généralement accordée aux anciens glaciers.

» Du reste, je rappelle qu'à l'inverse des glaciers et des cours d'eau, les épanchements boueux ne produisent aucun affouillement du sol dans la partie inférieure de leur cours. Il en résulte un criterium de nature à les faire fréquemment reconnaître. »

M. Gabriel Faurie, à propos d'une Note récente de M. *Hartmann* sur la distribution des déformations dans les métaux soumis à des efforts, rappelle la formule qu'il avait indiquée, en 1891, pour exprimer la loi des déformations permanentes des métaux, formule qui lui paraît comprendre les effets observés par M. Hartmann.

M. A. Bloch adresse une Note « sur le maximum d'hydratation des principales matières amylacées utilisées dans l'industrie; détermination de leur teneur en eau ».

M. **Léopold Hugo** adresse une Note « sur une expression dépendant de la philosophie des Mathématiques ».

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 février 1894.

(*Suite.*)

L'Anthropologie, sous la direction de MM. Cartailhac, Hamy, Topinard, 1893. Tome IV. N° 6. Novembre-décembre. Paris, G. Masson; 1 vol. gr. in-8°.

Leçons nouvelles sur l'Analyse infinitésimale et ses applications géométriques, par M. Ch. Méray, professeur à la Faculté des Sciences de Dijon. Première Partie : *Principes généraux*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 vol. gr. in-8°.

Les désastres de l'Agriculture. Les causes présumées. Le remède. Saintes, 1894; 1 br. in-18.

Mémoires et Bulletin de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux. 1er et 2e fasc. 1893. Paris, G. Masson, 1894; 1 vol. gr. in-8°.

Bulletin de la Société zoologique de France pour l'année 1893. Tome XVIII. Paris, 1893; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société zoologique de France pour l'année 1893. Tome VI. Nos 1, 2, 3 et 4. Paris, 1893; 3 vol. in-8°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del prof. P. Tacchini. Roma, G. Bertero, 1894; 1 br. in-4°.

Verslag omtrent den statt van Slands Plantentuin te Buitenzorg over het jaar 1892 (tevens inhoudende gegevens over het jaar 1891). Batavia, Landsdrukkerij, 1894; 1 vol. gr. in-8°.

Anales del Instituto y observatorio de Marina de San Fernando, publicado de orden de la superioridad, por el director Don Juan Viniegra, capitan de navio. Seccion 2a : *Observaciones meteorologicas y magneticas*. Año 1892. San Fernando, 1893; 1 vol. gr. in-4°.

Recuerdos de mi tiempo, por ANTONIO N. PEREIRA. Montevideo, 1891; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 12 mars 1894.)

Note de M. *de Gramont*, Sur les spectres d'étincelle :

Page 593, ligne 16 en remontant, *au lieu de* Stilbine, *lisez* Stibine.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 27 MARS 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude des acétylures cristallisés de baryum et de strontium;* par M. **Henri Moissan**.

« Dans une Note précédente ([1]) nous avons indiqué quelles étaient les propriétés et les conditions de formation d'un carbure de calcium cristallisé C^2Ca. Les deux autres métaux alcalino-terreux, le baryum et le strontium peuvent aussi fournir avec facilité des carbures ou acétylures cristallisés dont les propriétés sont similaires. Nous les résumerons rapidement.

([1]) Henri Moissan, *Préparation au four électrique d'un carbure de calcium cristallisé; propriétés de ce nouveau composé* (*Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 501).

» *Préparation du carbure de baryum.* — On emplit le creuset de charbon, du four électrique, d'un mélange intime formé de : baryte anhydre, 50gr; charbon de sucre, 30gr. On chauffe pendant quinze à vingt minutes avec un courant de 350 ampères et 70 volts. Après refroidissement, on obtient une masse noire, fondue, ayant pris la forme du creuset, et qui se brise avec facilité en présentant, suivant la cassure, de grands cristaux lamellaires.

» On peut substituer le carbonate de baryum à l'oxyde lorsque l'on veut éviter la préparation de ce dernier composé à l'état de pureté. Dans ce cas, on ajoute à 150gr de carbonate de baryum pur 25gr de charbon de sucre; on mélange le tout avec soin et l'on chauffe comme précédemment. Le rendement est un peu plus faible dans cette dernière préparation, mais le produit obtenu est identique et répond à la formule C^2Ba.

» Nous avons déjà rappelé, à propos de l'acétylure de calcium, que M. Maquenne, en faisant réagir le magnésium sur le carbonate de baryte avait préparé de l'acétylure de baryum capable de fournir avec l'eau de l'acétylène ne renfermant plus que 3 pour 100 d'hydrogène.

» *Préparation du carbure de strontium.* — On obtiendra le carbure de strontium dans les mêmes conditions et avec la même facilité en chauffant au four électrique le mélange de 120gr de strontiane et de 30gr de charbon de sucre ou de 150gr de carbonate de strontium et 50gr de charbon de sucre.

» Le carbure de strontium C^2Sr se présente aussi sous forme d'une masse noire à cassure cristalline dont les cristaux ont un aspect mordoré. Comme les autres acétylures alcalino-terreux, il s'effrite à l'air humide en se décomposant.

» *Propriétés.* — Le carbure de baryum est le plus fusible des carbures alcalino-terreux; il a pour densité 3,75. Le carbure de strontium a une densité de 3,19.

» Ces deux carbures se décomposent immédiatement au contact de l'eau, comme le carbure de calcium, en donnant de l'oxyde hydraté et du gaz acétylène pur.

» Les acides, soit concentrés, soit étendus, ont une action identique à celle que nous avons décrite précédemment à propos du carbure de calcium.

» L'action des hydracides est assez énergique. En présence de l'hydracide gazeux, lorsque la température est suffisamment élevée, la réaction se fait avec incandescence. Nous ne pouvons mieux faire pour comparer ces différents résultats que de donner les températures prises à la pince thermo-électrique et au thermomètre au moment où l'incandescence se produit.

	Température d'incandescence dans		
	le chlore sec.	les vapeurs de brome.	les vapeurs d'iode.
C^2Ca	245°	350°	305°
C^2Sr	197	174	182
C^2Ba	140	130	122

» L'action de l'oxygène est aussi très énergique, mais à une température beaucoup plus élevée. Il faut atteindre le point de ramollissement du verre et, avec le carbure de baryum, l'expérience est très belle. Il se produit une vive incandescence en même temps qu'il se forme de la baryte fondue.

» Le carbure de baryum est décomposé avec incandescence par le soufre à une température un peu supérieure au point de fusion de ce dernier corps. Il se produit du sulfure de baryum et du sulfure de carbone. La réaction est identique pour le carbure de strontium vers 500°.

» Le sélénium réagit de même avec une vive incandescence en produisant du séléniure de carbone et un séléniure alcalino-terreux.

» L'azote ne produit rien à 1200° ([1]), mais la vapeur de phosphore exerce une action très vive au rouge sombre : brillante incandescence et formation de phosphure.

» Avec l'arsenic, réaction moins vive, mais nécessitant une température plus élevée.

» A 1000°, le silicium et le bore ne réagissent pas sur ces carbures alcalino-terreux.

» *Analyses.* — Les dosages du carbone, du baryum et du strontium ont été faits par les méthodes que nous avons indiquées dans notre première Note. Ces analyses nous ont donné les chiffres suivants :

	1.	2.	Théorie.		1.	2.	Théorie.
Strontium.	77,96	78,32	78,47	Baryum...	85,30	85,10	85,00
Carbone..	21,55	21,41	21,53	Carbone..	15,10	14,87	15,00

» Ces nouveaux composés répondent donc bien aux formules C^2Sr et C^2Ba.

» En résumé, les métaux alcalino-terreux, calcium, baryum et strontium s'unissent avec facilité au carbone à la température du four élec-

([1]) Le produit repris par l'eau à l'ébullition, après dégagement de l'acétylène, dégage cependant quelques vapeurs ammoniacales.

trique et produisent des acétylures cristallisés. Ces corps sont immédiatement décomposables par l'eau froide, avec formation d'oxyde hydraté et dégagement d'acétylène pur.

» Les métaux alcalins paraissent donner aussi des acétylures, mais ces derniers doivent se former à une température un peu moins élevée. En opérant dans les mêmes conditions que ci-dessus, nous avons obtenu des mélanges noirs, avec excès de charbon, dégageant une petite quantité de gaz acétylène au contact de l'eau, mais ne possédant pas une composition constante et ne présentant pas trace de cristallisation. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Inscription électrique des mouvements des valvules sigmoïdes, déterminant l'ouverture et l'occlusion de l'orifice aortique;* par M. A. Chauveau.

« On sait quelle importance s'attache au mécanisme des valvules du cœur. Elles garnissent les orifices de cet organe à la manière de soupapes, dont le jeu détermine et règle le mouvement que les systoles cardiaques impriment au liquide sanguin. Que ces valvules s'altèrent, aussitôt surviennent les troubles les plus graves de la fonction circulatoire. Le clinicien, comme le physiologiste, a donc grand intérêt à savoir exactement comment jouent ces soupapes valvulaires.

» La méthode graphique, appliquée par M. Marey et moi à la détermination du mécanisme général du cœur, avait donné, sur les mouvements des valvules auriculo-ventriculaires et sigmoïdes, des renseignements intéressants, qui nous semblaient avoir mis hors de doute les caractères de ces mouvements valvulaires. C'est ainsi, du reste, que la masse des physiologistes et des pathologistes en ont jugé. Il y a eu pourtant des exceptions parmi eux, et il subsiste encore des dissidents, qui sont en train de faire des prosélytes, surtout en Allemagne. Ceci tient à ce que nos expériences ont été répétées, non pas avec nos procédés, nos appareils, nos sujets, mais à l'aide de moyens beaucoup moins propres à assurer le succès des constatations. Les progrès réalisés dans l'auscultation du cœur sont ainsi menacés d'un recul. Il m'a paru utile d'enrayer ce recul, en introduisant un nouvel élément dans la démonstration du mécanisme des valvules du cœur.

» Les graphiques que nous avons publiés, M. Marey et moi, ne contiennent pas de courbes spéciales des mouvements de ces valvules. Les carac-

tères en ont été indiqués d'après certains indices qui traduisent ces mouvements en apparaissant dans les tracés des pressions intracardiaques, recueillies avec nos ampoules cardiographiques. Or, il m'a semblé possible d'obtenir, par divers procédés, l'inscription même des mouvements valvulaires. L'un de ces procédés, celui dont je présente aujourd'hui les premiers résultats, consiste dans l'inscription, à l'aide d'un signal électrique, du moment où les valvules ouvrent ou ferment les orifices du cœur. On inscrit en même temps les modifications imprimées aux pressions intracardiaques et intraartérielles par les systoles et les diastoles de l'organe. Il ne manque ainsi aucun des éléments nécessaires à la détermination des rapports existant entre ces divers phénomènes.

» Voici comment l'outillage a été disposé pour l'étude des mouvements des valvules de l'orifice aortique.

» Une sonde métallique à double courant est munie de deux ampoules cardiographiques, du type de l'ampoule ordinaire, destinée à être introduite, par la voie de la carotide et de l'aorte, dans le cœur gauche du cheval. Ces deux ampoules sont séparées par un espace de 3^{cm} environ. Leur disposition est telle que l'une peut être placée dans le ventricule gauche, au-dessous des valvules sigmoïdes, l'autre restant dans l'aorte au-dessus de ces mêmes valvules. Alors l'étranglement qui sépare les deux ampoules occupe le centre même de l'orifice aortique. Là cette partie de l'appareil est tantôt libre, tantôt serrée par les valvules, suivant que l'orifice est ouvert ou fermé. Sur cet étranglement, on a disposé un contact électrique, qui s'établit ou se rompt, par le jeu d'une étroite lame élastique, faisant l'office d'un ressort très flexible, qu'actionne la pression des valvules. Si l'orifice aortique est béant, la lame se soulève et le contact est détruit. Si les valvules s'abaissent pour fermer l'orifice, le contact se rétablit. Le circuit électrique est formé par l'armature métallique de la sonde et par un fil isolé, inclus dans la cavité externe de celle-ci. Ce fil est soudé à une petite plaque de platine également isolée, contre laquelle vient s'appuyer l'extrémité libre du ressort, garnie d'une petite pointe de platine. Des pinces extérieures servent à mettre dans le circuit une pile et un signal électromagnétique, qui marque toutes les ouvertures et toutes les fermetures du circuit, déterminées par le jeu des valvules.

» De cette manière, on peut recueillir trois graphiques superposés, dont la comparaison renseigne exactement sur le synchronisme des phénomènes que l'on veut étudier :

» 1° Le graphique des mouvements (systole et diastole) du ventricule

Fig. 1.

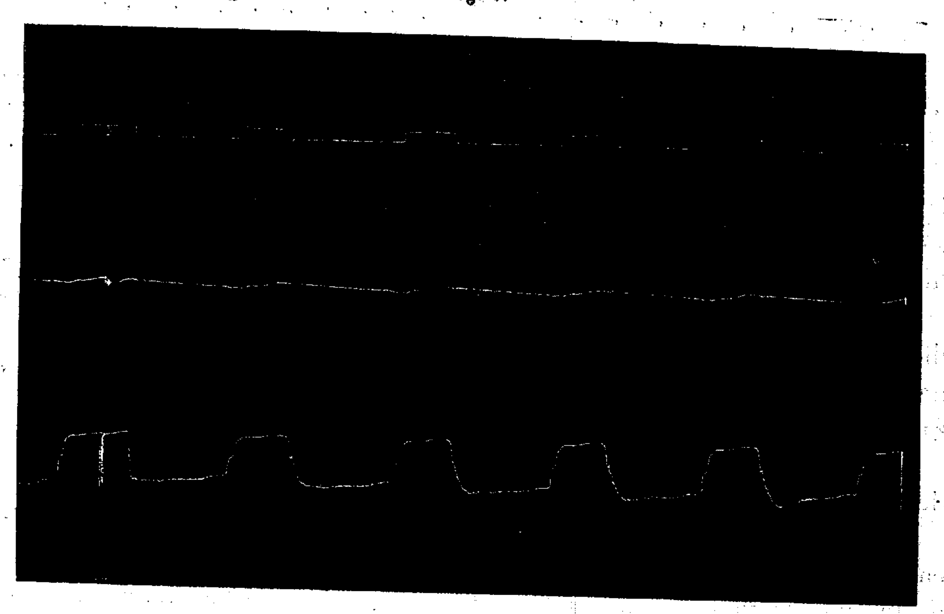
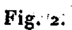
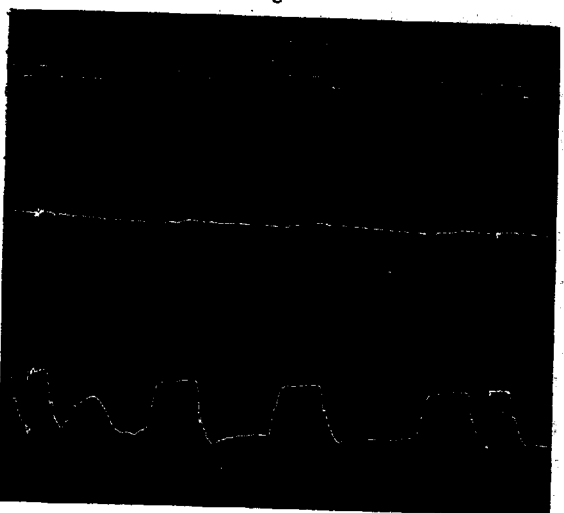


Fig. 2.





Ligne inférieure : graphique de la pression intraventriculaire (cœur gauche). — *Ligne moyenne :* graphique de la pulsation aortique (à peine indiquée). — *Ligne supérieure :* graphique des mouvements des valvules sigmoïdes, déterminant l'ouverture et la fermeture de l'orifice aortique.

Fig. 1. — État physiologique.

Fig. 2. — Battements ventriculaires rendus irréguliers par des mouvements imprimés à la sonde. L'intérêt de cette figure consiste dans l'existence d'un battement stérile, pendant lequel l'orifice aortique est resté fermé, comme l'indiquent les tracés moyen et supérieur. Il n'y existe aucun indice, ni de la pulsation aortique, ni de l'occlusion, du soulèvement et de l'abaissement des valvules sigmoïdes, liés à cette pulsation.

gauche, d'après les changements de pression que ces mouvements impriment au sang intraventriculaire.

» 2° Le graphique de la pulsation aortique.

» 3° Le graphique des mouvements des valvules sigmoïdes, c'est-à-dire : *a* leur relèvement, qui ouvre l'orifice aortique pour laisser passer le sang du ventricule dans l'aorte; *b* leur abaissement, qui ferme cet orifice et empêche tout reflux de l'aorte dans le ventricule.

» On a reproduit par l'héliogravure une fraction des tracés que je viens d'obtenir dans une première expérience. Exécutée avec un appareil dont les ampoules exploratrices, celle de l'aorte surtout, n'avaient pas assez de sensibilité, cette expérience a donné des tracés dont les oscillations manquent d'ampleur. Cela n'empêche pas ces tracés d'être très significatifs.

» Ainsi, dans le graphique du signal, l'indice de l'ouverture de l'orifice aortique coïncide avec un point de la région supérieure (voir les tracés de l'état physiologique, *fig.* 1) de la partie ascendante (systolique) du graphique ventriculaire, ainsi qu'avec la base de la très faible ascension imprimée au graphique aortique par la pulsation que détermine la systole du ventricule.

» Quant à l'indice de la fermeture de l'orifice aortique, il est en coïncidence, dans le tracé ventriculaire, avec la région supérieure ou originelle de la brusque descente diastolique; dans le tracé aortique, avec la région correspondante, accidentée par le bref ressaut que provoque le choc des valvules sigmoïdes.

» Ces graphiques démontrent donc, d'une manière absolument indiscutable, les propositions que nous avions déjà établies, sur les mouvements des valvules artérielles, à l'aide de nos anciennes expériences :

» 1° *Les valvules sigmoïdes se relèvent et l'orifice aortique s'ouvre, non pas au moment où débute la contraction ventriculaire, mais quand cette contraction a atteint la force nécessaire pour communiquer au sang intracardiaque une pression supérieure à celle du sang intraaortique;*

» 2° *Les valvules sigmoïdes s'abaissent et l'orifice aortique se ferme au moment même où s'opère le relâchement ventriculaire.*

» Il ne saurait donc subsister aucun doute sur la place qu'occupe, dans la révolution complète du cœur, le deuxième bruit cardiaque, dû à l'abaissement et à la tension des valvules sigmoïdes.

» Je serai prochainement en mesure de démontrer que les mouvements des valvules auriculo-ventriculaires sont aussi très facilement inscrits par

le signal électro-magnétique, de même qu'un certain nombre d'autres phénomènes intracardiaques, ayant échappé jusqu'à présent à toute détermination précise. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux méthylcyanocamphres isomères.* Note de MM. A. **Haller** et **Minguin**.

« Dans une Communication faite par l'un de nous [1] sur les alcoylcyanocamphres, il a été montré que ces combinaisons perdent les radicaux alcoyles, sous la forme d'éthers chlorhydriques, quand on les soumet à l'action de l'acide chlorhydrique concentré.

» Ce dédoublement a fait attribuer à ces corps la formule de constitution

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l} C.CAz \\ \| \\ COR \end{array}\right.$$

» Ces recherches, continuées sur le méthylcyanocamphre, ont montré que ce dérivé, qui jusqu'alors n'avait pu être obtenu qu'à l'état liquide, était en réalité formé par un mélange de deux corps isomères, à fonctions nettement dissemblables, dont l'un répond à la formule générale ci-dessus, et l'autre à une autre constitution.

» En effet, si l'on maintient le méthylcyanocamphre brut, pendant quelque temps, à une température au-dessous de 0°, le liquide ne tarde pas à laisser déposer des cristaux. Séparés du liquide jaunâtre qui les imprègne, ces cristaux sont dissous dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole et purifiés par des cristallisations successives. On obtient ainsi un beau produit blanc, nettement cristallisé, fondant à 63° et dont le pouvoir rotatoire moléculaire $(\alpha)_D = +150°8$. Il est soluble dans l'alcool, l'éther, insoluble dans l'eau et les alcalis.

» L'acide chlorhydrique aqueux le décompose quantitativement, en chlorure de méthyle et camphre cyané, soluble dans la potasse.

» Traité par du brome, il donne naissance à du bromure de méthyle et à du camphre cyanobromé, identique avec celui qui se forme quand on soumet une solution sulfocarbonique de camphre cyané à l'action du brome.

» Une solution alcoolique de potasse le transforme à la longue en acide

---

(1) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXV, p. 97.

hydroxycamphocarbonique, qui possède les mêmes propriétés que celui qu'on obtient en traitant le camphre cyané par les alcalis. Il se produit sans doute aussi de l'alcool méthylique.

» Toutes ces réactions conduisent à admettre pour ce méthylcyanocamphre, que nous désignerons par la lettre β, la formule de constitution indiquée plus haut :

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}C-CAz\\ \|\\ COCH^3\end{matrix}\right. .$$

» L'huile, séparée des cristaux, possède la même composition que ces derniers et renferme encore en dissolution des quantités variables de ce produit solide β. Pour éliminer celui-ci, il suffit de traiter le liquide par de l'acide chlorhydrique qui décompose le composé β en chlorure de méthyle et camphre cyané, sans atteindre l'isomère. Un lavage à la potasse, qui dissout le camphre cyané et l'acide chlorhydrique en excès, permet d'obtenir le produit huileux à l'état pur.

» Ce composé, que nous appellerons *méthylcyanocamphre-α*, se présente sous la forme d'un liquide épais, jaunâtre, de pouvoir rotatoire $(\alpha)_0 = +90°,1$ et qui laisse parfois déposer des cristaux mous, jaunes, fondant entre 38° et 45°, et ayant même composition et même pouvoir rotatoire que le liquide au sein duquel il s'est formé.

» L'acide chlorhydrique est sans action, à froid, sur ce composé.

» Chauffé dans un appareil à reflux avec de la potasse alcoolique, il donne de l'ammoniaque et de l'acide méthylhydroxycamphocarbonique, homologue supérieur de l'acide hydroxycamphocarbonique.

» Cet acide fond à 175° et possède le pouvoir rotatoire moléculaire $(\alpha)_0 = +26°,31$.

» Son sel d'argent est un précipité blanc répondant à la formule $C^{12}H^{18}O^4Ag^2$. Un titrage alcalimétrique conduit également, pour cet acide, à la formule $C^{12}H^{20}O^4$. En nous basant sur une théorie proposée par M. Schützenberger, nous avons déjà émis l'hypothèse [1] que le camphre cyané, en solution dans les alcalis, pouvait être considéré comme une molécule de la forme $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}C\\ |\\ CO\end{matrix}\right\rangle\begin{matrix}CAz\\ H_{[a]}\end{matrix}$

» Dans cette molécule le radical remplaçant l'hydrogène $H_{[a]}$ peut,

[1] *Loc. cit.*

suivant les conditions, se souder au groupement $\diagup\overset{|}{C}\text{-CAz}$ ou au groupement $\diagdown\overset{|}{C}O$, de telle sorte que les composés obtenus peuvent affecter les deux formes suivantes :

$$\underbrace{C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C\left\langle\begin{array}{l}CH^3\\ CAz,\end{array}\right.\\ |\\ CO\end{array}\right.}_{\text{Dérivé }\alpha.}\qquad \underbrace{C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C - CAz\\ \|\\ COCH^3\end{array}\right.}_{\text{Dérivé }\beta.}$$

» Les réactions auxquelles ces composés donnent lieu justifient cette manière de les représenter, et font voir que ces dérivés sont des isomères chimiques.

» Comme il a été démontré plus haut, le corps α se comporte comme le camphre cyané lui-même, dont il est l'homologue supérieur, et donne, avec la potasse alcoolique, l'acide méthylhydroxycamphocarbonique

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C\left\langle\begin{array}{l}CH^3\\ CAz\end{array}\right.\\ |\\ CO\end{array}\right. + 2KHO + H^2O = C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C\left\langle\begin{array}{l}CH^3\\ COOK\end{array}\right.\\ COOK\end{array}\right. + AzH^3,$$

fait qui autorise à admettre que le radical CH^3 est soudé à un atome de carbone.

» L'isomère β se comporte, au contraire, comme certains éthers mixtes de phénols qui sont saponifiés, non seulement par les acides, mais encore par les alcalis.

» Dans ces saponifications, le méthylcyanocamphre β se dédouble en alcool méthylique ou son chlorure, et en camphre cyané (ou en son produit d'hydratation, l'acide hydroxycamphocarbonique), de telle sorte que l'on peut représenter la plus simple de ces saponifications par l'équation

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C.CAz\\ \|\\ COCH^3\end{array}\right. + HCl = C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C - CAz\\ \|\\ COH\end{array}\right. + CH^3Cl.$$

» Mais le camphre cyané mis en liberté ne garde pas cette forme et revient à son arrangement moléculaire primitif. Nous avons, en effet, déjà fait voir que ce dérivé ne se combine pas à l'isocyanate de phényle, comme le font en général tous les composés renfermant un groupe COH.

» D'autres iodures ou chlorures alcooliques réagissent dans le même sens que l'iodure de méthyle, sur le camphre cyanosodé ; nous avons toute-

fois remarqué qu'avec les homologues supérieurs de CH^3I, il ne se produit que de petites quantités des isomères de la forme α.

» Comme nous l'avons fait observer à plusieurs reprises, le camphre cyané, ainsi que l'acide camphocarbonique, composé carboxylé correspondant, ont d'étroites analogies avec les cyanocétones β et les acides cétoniques β (cyanacétophénone, éthers acétoacétique, benzoylacétique). Les réactions que nous venons de mentionner justifient encore ces rapprochements. Elles font en outre voir, une fois de plus, combien, dans certains composés, l'arrangement moléculaire est peu fixe et se prête à des changements fractionnels, et combien aussi l'immuabilité de nos formules de constitution est parfois illusoire. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre du Commerce, de l'Industrie et des Colonies** invite l'Académie à lui présenter une liste de candidats pour la chaire d'Agriculture, actuellement vacante au Conservatoire national des Arts et Métiers.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. **Le Gall**, commandant le paquebot *le Sénégal* de la Compagnie des Messageries maritimes, rend compte comme il suit des effets obtenus en mer par le filage de l'eau de savon, pendant un coup de vent.

« Pendant le coup de vent que nous avons eu à subir, dans l'Adriatique, le 19 février, j'ai cru devoir, pour diminuer l'effet des coups de mer contre le paquebot *le Sénégal*, essayer le filage de l'eau de savon, qui avait été recommandé dernièrement.

» Nous avons employé 3^{kg} de savon, qu'on a fait dissoudre dans 70^{lit} d'eau environ. De vieux fauberts ont été placés dans la poulaine de bâbord. On a versé sur eux l'eau de savon, de façon à produire un écoulement peu rapide. Il s'est produit une zone d'environ 10^m de largeur, dans laquelle les lames s'arrêtaient et se brisaient sans pouvoir embarquer à bord.

» Le bâtiment était à la cape sous les goélettes. Quand le temps s'est embelli et que la vitesse a été augmentée, l'eau de savon a continué sa protection jusqu'à la limite de 45 tours de la machine.

» Enfin, le filage de l'eau de savon étant terminé et la vitesse de la machine restant la même, nous avons reçu des coups de mer. .... »

ASTRONOMIE. — *Occultation de l'*Épi de la Vierge, *le* 22 *mars* 1894, *observée à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*), par M. G. Bigourdan, communiquée par M. Tisserand.

« Cette occultation se présentait dans des circonstances très favorables pour servir à la détermination du lieu de la Lune, car l'erreur à craindre sur l'ensemble des observations de l'entrée et de la sortie se trouvait réduite au minimum, en raison de ce que la disparition avait lieu au bord brillant, tandis que la réapparition se produisait au bord obscur.

» Voici les heures notées pour ces instants (elles pourront subir une très légère modification quand la correction de la pendule méridienne sera définitivement connue) :

Disparition..........	$16^h 19^m 28^s,5 \pm 0^s,3$,	temps moyen de Paris.
Réapparition........	$17^h 27^m 58^s,3 \pm 0^s,2$,	» »

» On sait que dans le voisinage de la nouvelle lune on peut observer *à l'œil nu* l'occultation d'une étoile suffisamment brillante, quand elle disparaît au bord obscur; et l'expérience montre (¹) que l'heure ainsi notée est exactement la même que pour un observateur muni d'une lunette. Mais l'éclat de la pleine lune permettrait-il d'observer de même à l'œil nu l'occultation d'une étoile de première grandeur? Ce qui a été noté à propos de l'occultation de l'Épi répond négativement à cette question. En effet, tandis qu'à $15^h 45^m$, temps moyen, on voyait très facilement cette étoile, distante d'environ 20′ du bord de la Lune, on a cessé complètement de l'apercevoir à $15^h 59^m$, c'est-à-dire vingt minutes avant la véritable occultation. Après la réapparition, j'ai aperçu l'étoile à $17^h 37^m$, quand elle était sortie depuis neuf minutes seulement; mais il faut noter que l'étoile était alors plus éloignée de la partie brillante que ne

(¹) Les observations de ce genre étant assez rares, nous profiterons de l'occasion pour en citer une qui est inédite et qui fut faite en mer par la mission dirigée par M. Tisserand, quand elle revenait d'observer à la Martinique le passage de Vénus sur le Soleil. Le 13 décembre 1882 la Lune, qui avait alors trois jours, occulta β_2 Capricorne, étoile de troisième grandeur. La disparition au bord obscur fut observée, au moyen de petites lunettes, par M. Tisserand et par plusieurs autres personnes, tandis que j'observais à l'œil nu : je vis disparaître l'étoile exactement au même instant que les autres observateurs.

l'indique cet intervalle de neuf minutes, à cause de la largeur de la partie invisible de la Lune, dont l'opposition était passée depuis trente-neuf heures.

» Comme la Lune ne peut occulter que quatre étoiles de première grandeur, qui sont, par ordre d'éclat, Aldébaran, l'Épi, Antarès et Régulus, l'observation précédente montre que l'on ne peut s'attendre à retrouver des occultations d'étoiles observées dans l'antiquité au voisinage de la pleine lune.

» On sait aussi que, dans les occultations, au moment de la disparition, l'étoile paraît quelque temps sur le disque même de la Lune, que le bord soit brillant ou seulement éclairé par la lumière cendrée. Cette illusion, expliquée de diverses manières, fut attribuée par J.-N. de l'Isle à la diffraction, et c'est aujourd'hui l'explication généralement admise. A cause de l'état des images, l'occultation de l'Épi n'a pu donner à ce sujet d'indication bien nette; car cette étoile, au lieu de se présenter sous la forme d'un petit disque entouré de ses anneaux, formait une masse lumineuse arrondie couvrant un cercle de 7″ à 8″ de diamètre. Au moment de la disparition, j'ai bien vu cette masse se projeter en majeure partie sur le disque de la Lune, mais les ondulations des images n'ont pas permis d'évaluer la fraction de ce cercle qui était déjà entrée. Quant à la réapparition, elle a été bien instantanée.

» La même étoile doit être occultée de nouveau le 6 août prochain, mais alors les conditions seront moins favorables, car le phénomène se produira pendant le jour et la disparition aura lieu au bord obscur. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* BC, *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'ouest*), par M. G. Bigourdan. Communiquées par M. Tisserand.

« J'ai rencontré cette planète le 24 mars vers 10^h du soir : elle paraît nouvelle. Voici les premières observations que j'en ai faites :

Date 1894.	Étoiles.	Gr.	Temps sidéral de Paris.	Planète — Étoile. ΔÆ.	Planète — Étoile. ΔDécl.	Nombre de compar.
			h m s	m s	′ ″	
Mars 24	a	11,5	10.33.13	−0.11,32	+2.13,4	4:4
24	a	11,5	10.44.12	−0.11,46	+2.13,4	4:4
24	a	11,5	11.28.35	−0.12,00	+2.13,7	2:2

Positions des étoiles de comparaison.

Date 1894.	Étoiles.	Ascension droite moy. 1894,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1894,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s			
Mars 24....	*a* anonyme	9.24.14,18	+1,46	+4°. 9'.59",0	−3",7	Rapportée à *b* et à *c*
24....	*b* = 2203 BD + 4°	9.27.17,12	»	+4. 9.44,3	»	AGC Albany (3807
24....	*c* = 2207 BD + 4°	9.27.58,16	»	+4.16.50,6	»	AGC Albany (3810)

Position apparente de la planète.

Date 1894.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Mars 24...	10.50.21	9.24. 4,13	$\bar{2}$,784	+4°.12'.8",8	0,792

» *Remarques.* — 1894 mars 24. La planète est de grandeur 12,8.

» L'étoile *a* été rapportée, avec l'équatorial, aux étoiles *b* et *c*; on a obtenu ainsi :

⋆ *a* — ⋆ *b*...	ΔR = — 3ᵐ 2ˢ,93	ΔD = + 0' 13",5	6:2 Comp.
⋆ *a* — ⋆ *c*...	ΔR = — 3ᵐ44ˢ,00	ΔD = — 6'50",5	5:2 Comp.

ASTRONOMIE. — *Observations photographiques de planètes faites à l'observatoire d'Alger, par MM.* Rambaud *et* F. Sy. Note de M. **Ch. Trépied**, présentée par M. Tisserand.

Dates 1894.	⋆	Grandeur.	Planète — Étoile. ΔR.	ΔD.	Nombre de compar.	Observateurs.
			m s			
3 Mars....	1	8,7	−0.16,09	− 9'.06",4	4:4	S
»	1	»	−0.16,08	− 9.07,6	4:4	R
»	2	9,2	+0.10,60	+30.39,3	4:4	S
»	2	»	+0.10,63	+30.41,1	4:4	R
14 Mars....	3	8,5	−0.38,92	+ 7. 6,2	4:4	R
»	3	»	−0.38,96	+ 7. 6,6	4:4	S
»	3	»	−0.40,30	+ 7.13,0	4:4	R
»	3	»	−0.40,31	+ 7.13,3	4:4	S

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moy. 1894,0.	Réduction au jour.	Déclinaison polaire moy. 1894,0.	Réduction au jour.
		h m s	s		
1...	½[Weisse₁, n° 1096 + H. Seelig, n° 6299]	11. 2.44,06	+1,71	+7°. 8'.53",7	−7,9
2...	½[Albany, n° 4238 + H. Seelig, n° 6543]	11.12.24,33	+1,66	+3.58.27,5	−8,3
3...	Albany, n° 3812	9.29. 1,81	+1,55	+4. 1.32,6	−3,9

POSITIONS APPARENTES DES PLANÈTES.

Dates 1894.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.	✱
		Première planète Wolf (1^{er} mars).				
3 Mars	9h31m16s	11h 2m29s,68	$\bar{1},497_n$	+6°59′39″,4	0,662	1
»	9.31.16	11. 2.29,69	$\bar{1},497_n$	+6.59.38,2	0,662	1
		Deuxième planète Wolf (1^{er} mars).				
3 Mars	10.15. 9	11.12.36,59	$\bar{1},408_n$	+4.28.58,5	0,681	2
»	10.15. 9	11.12.36,62	$\bar{1},408_n$	+4.29. 0,3	0,681	2
		Planète Charlois (8 mars).				
14 Mars	9.13.52	9.28.24,44	$\bar{2},964_n$	+4. 8.34,9	0,678	3
»	9.13.52	9.28.24,40	$\bar{2},964_n$	+4. 8.35,3	0,678	3
»	10.12.43	9.28.23,06	$\bar{2},473$	+4. 8.41,7	0,677	3
»	10.12.43	9.28.23,05	$\bar{2},473$	+4. 8.42,0	0,677	3

» Les observations précédentes résultent de mesures faites sur des clichés photographiques, et ceux-ci ont été obtenus par une méthode dont MM. Rambaud et Sy ont fait, à ma prière, une première application, et dont voici le principe :

» L'équatorial photographique étant pointé sur une région du ciel où se trouve une planète dont le mouvement est connu en ascension droite et en déclinaison, si l'on donnait à la lunette un déplacement continu de même grandeur que celui de l'astre, mais de sens contraire, l'image photographique de la planète serait un disque d'apparence stellaire, tandis que les images des étoiles seraient des traînées. C'est l'inverse du procédé qu'on a jusqu'à présent employé pour la recherche des planètes au moyen de la photographie. Dans cette nouvelle manière d'opérer, les choses se passant comme si la planète était réduite au repos, l'intensité de son image augmente avec la durée de la pose, au lieu d'en être indépendante comme il arrive dans l'autre méthode. Les deux méthodes se distinguent donc l'une de l'autre par le caractère suivant : dans la première, ce qui augmente avec la durée de la pose, c'est la *longueur de la trace;* dans la seconde, c'est l'intensité de l'image, d'où résulte un avantage précieux pour le cas où la planète qu'il s'agit de photographier n'a qu'un éclat très faible.

» Il ne serait pas facile de donner à la lunette un déplacement continu;

du moins on n'y parviendrait pas sans un dispositif spécial, coûteux et probablement incommode. Mais, pratiquement, on obtiendra un effet à peu près équivalent en effectuant une série de déplacements à intervalles de temps égaux, par exemple de minute en minute. Si le mouvement de l'astre est imparfaitement connu, ce qui arrivera pour les observations suivant de près l'époque de la découverte, ou pour une planète ancienne n'ayant pas été depuis longtemps observée, la planète n'aura pas été réduite complètement au repos, son image photographique se présentera sous la forme d'une trace ayant une certaine longueur, moindre que celle des étoiles et se distinguera de celles-ci à la fois par la *longueur* et par la *direction* de la trace. Pour éviter toute méprise, il sera d'ailleurs utile de faire une seconde pose sur la même plaque, après avoir donné un déplacement convenable à la croisée des fils du micromètre, soit en ascension droite, soit en déclinaison.

» S'il s'agissait enfin d'une planète dont le mouvement fût tout à fait inconnu, on pourrait encore appliquer la même méthode en adoptant une valeur moyenne pour le mouvement en ascension droite, par exemple de quarante à cinquante secondes de temps par vingt-quatre heures, et en supposant nul le mouvement en déclinaison dont la grandeur absolue dépasse rarement sept minutes d'arc. Il serait ici, plus que jamais, utile de répéter la pose sur la même plaque, et, en prenant un second cliché de la même région, à double pose, on achèverait de lever tous les doutes. Ce pourrait être un moyen d'augmenter l'effet utile d'un instrument donné, dans la recherche des planètes d'un faible éclat.

» Les mesures faites, comme celles qui sont données plus haut, ont une précision bien supérieure à celles des meilleures observations équatoriales. Les réductions sont, d'ailleurs, en tout semblables à celles des observations ordinaires, sauf que le calcul de la réfraction, lorsqu'il est nécessaire, est un peu plus compliqué. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le développement approché de la fonction perturbatrice dans le cas des inégalités d'ordre élevé. Applications à Mercure et à Junon.* Note de M. **Maurice Hamy**, présentée par M. Tisserand.

« Dans une Communication récente, j'ai donné la valeur asymptotique des coefficients éloignés du développement trigonométrique de l'expression

$$\frac{(f\mathrm{E}^{iu})\,f(\mathrm{E}^{i\zeta_1})}{\Delta^s},$$

qui se présente dans le développement de la fonction perturbatrice ([1]).

» Les formules obtenues permettent de tenir compte, dans le calcul d'une inégalité d'ordre élevé, de l'excentricité de la planète intérieure et de l'inclinaison des orbites; elles fournissent, avec une faible erreur relative, la partie du coefficient de l'inégalité qui est indépendante de l'excentricité de la planète extérieure. Cette partie, il est vrai, peut différer du coefficient exact, parce que les termes qui contiennent en facteur l'excentricité négligée sont multipliés par de grands facteurs ([2]); mais, si elle est notable, il y a des chances pour que l'inégalité complète ait elle-même une valeur sensible et il y aura lieu de la déterminer par les méthodes ordinaires.

» J'ai fait quelques applications de mes formules :

» *Première application à Mercure.* — Il s'agit de l'inégalité de la longitude moyenne de Mercure dont l'argument dépend de huit fois le moyen mouvement de Vénus moins cinq fois celui de Mercure.

» Cette inégalité se trouve dans les Tables de Le Verrier (*Annales de l'Observatoire*, t. V, p. 189) qui a déterminé seulement les termes dépendant de la forte excentricité de Mercure. Son coefficient a pour valeur

$$-0'',0067.$$

» En tenant compte seulement de l'excentricité de Mercure, comme Le Verrier, nos expressions approchées conduisent, pour les valeurs du coefficient, au nombre $-0'',0084$, dont l'erreur relative est de $\frac{1}{5}$. L'approximation est satisfaisante, bien que, dans le cas actuel, les multiplicateurs des moyens mouvements ne soient pas très élevés.

» *Seconde application à Mercure.* — L'une des réduites du développement en fraction continue du rapport des moyens mouvements de Vénus et de Mercure est $\frac{23}{9}$. Nous nous sommes proposé de déterminer la valeur du coefficient de l'inégalité de la longitude moyenne de Mercure dont l'argument dépend de vingt-trois fois le moyen mouvement de Vénus moins neuf fois celui de Mercure.

» Cette inégalité a été considérée par M. Newcomb dans son étude sur les passages de Mercure (*Astronomical Papers*, t. I).

([1]) Se reporter à mes notations (*Comptes rendus* du 25 décembre 1893).

([2]) Voir, à ce sujet, une Note de M. Callandreau (*Comptes rendus* du 5 septembre 1892).

» En négligeant l'excentricité de Vénus et l'inclinaison des orbites qui, en raison de leur petitesse, n'apportent vraisemblablement pas un fort appoint à la partie du coefficient qui dépend de la grande excentricité de Mercure, on trouve pour la valeur de l'inégalité

$$\delta\rho = 0'',015 \sin(23l_1 - 9l).$$

» Elle est donc très faible.

» *Application à Junon.* — La théorie de Junon, dont l'excentricité est considérable, a été entreprise par Damoiseau (*Connaissance des Temps*, 1846), en considérant l'action de Jupiter et de Saturne et se limitant, dans les approximations, aux quantités du cinquième ordre.

» Nous avons reconnu qu'il faudrait calculer, dans une théorie précise de Junon, une inégalité du douzième ordre, affectant la longitude moyenne de cette planète et provenant des perturbations de son moyen mouvement causées par Jupiter. L'argument de l'inégalité dépend de dix-neuf fois le moyen mouvement de Jupiter moins sept fois celui de Junon.

» En empruntant les éléments du calcul à l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* et tenant compte seulement de l'excentricité de Junon, on trouve

$$\delta\rho = 10'',7 \sin(19l_1 - 7l).$$

» La période de l'inégalité est de 235 ans.

» Le coefficient serait vraisemblablement modifié, si l'on ne négligeait pas l'inclinaison des orbites, et surtout l'excentricité de Jupiter, qui est notable. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un corollaire du théorème de Catalan.* Lettre de M. **Maurice Moureaux** à M. le Secrétaire perpétuel.

« J'ai l'honneur de vous signaler, à propos du théorème de Catalan, un corollaire dont la démonstration est aussi simple que celle du théorème lui-même.

» Si l'on élève au carré les deux membres de l'égalité de Catalan

$$[a_1^2 + a_2^2 + \ldots + a_n^2]^2 = A_1^2 + A_2^2 + \ldots + A_n^2,$$

on obtient

$$[a_1^2 + a_2^2 + \ldots + a_n^2]^4 = [A_1^2 + A_2^2 + \ldots + A_n^2]^2 = \alpha_1^2 + \alpha_2^2 + \ldots + \alpha_n^2.$$

De même,

$$[a_1^2 + a_2^2 + \ldots + a_n^2]^8 = B_1^2 + B_2^2 + \ldots + B_n^2,$$

. . . .

On aura donc, d'une façon générale,

$$[a_1^2 + a_2^2 + \ldots + a_n^2]^{2^p} = b_1^2 + b_2^2 + \ldots + b_n^2,$$

égalité dont celle de Catalan n'est qu'un cas particulier. Celle-ci exprime un théorème très général sur les nombres :

» Si l'on élève une somme de n carrés à une puissance qui soit puissance de 2, on obtient encore une somme de n carrés.

» Si cette puissance est 2, on obtient le théorème de Catalan. »

NAVIGATION. — *Résultats obtenus par de nouvelles dispositions propres à atténuer les vibrations des navires.* Lettre de M. **Augustin Normand** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Le 27 février 1892, j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie un Mémoire intitulé : *Des vibrations des navires et des moyens susceptibles de les atténuer.* Je disais que les dispositions nouvelles seraient appliquées à un torpilleur, le *Chevalier,* dont la commande venait de m'être faite.

» Le *Chevalier* a été livré dans l'automne dernier. Les résultats ont justifié mes prévisions, ainsi qu'il résulte de l'extrait ci-après du Rapport officiel de recette :

» Les trépidations sont presque insensibles. Le résultat obtenu par M. Normand est des plus remarquables, et il y a encore amélioration, sous ce rapport, comparativement au *Lancier*.

» Dans ma Note, j'estimais la puissance du *Chevalier* à 2300 chevaux : elle a, en réalité, dépassé 2700 chevaux, correspondant à la vitesse, peut-être sans précédent, de 27,22 nœuds. Une puissance aussi considérable, appliquée avec succès à une coque aussi légère (117 tonneaux), ne peut laisser aucun doute sur l'efficacité de la méthode proposée.

» J'ai pensé qu'il n'était pas sans intérêt de constater que, sans l'addition d'un seul organe et par une simple combinaison spéciale des organes

ordinaires, il est possible aujourd'hui de réduire à des valeurs insignifiantes les vibrations qui sont le principal obstacle à l'accroissement de la vitesse dans les bâtiments légers ([1]). »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la force électromotrice minima nécessaire à l'électrolyse des électrolytes.* Note de M. **Max Le Blanc.**

« M. Berthelot a fait suivre la Note que j'ai publiée dans les *Comptes rendus* (t. CXVIII, p. 411) des commentaires suivants :

» M. Le Blanc réclame la priorité sur M. Nourrisson pour ses observations d'après une publication qu'il a faite en 1891. Mais il a oublié de dire que ses expériences concordent exactement avec celles que le lecteur trouvera dans un Mémoire, imprimé en 1882, *Sur les limites de l'électrolyse.*

» Qu'il me soit permis de faire remarquer que le travail de M. Berthelot m'était bien connu; je l'ai mentionné dans le Mémoire que j'ai publié en 1891; mais je dois avouer n'avoir pas rencontré dans ce travail la preuve que : les sels alcalins d'acides différents possèdent approximativement le même minimum de polarisation.

» M. Berthelot a étudié différents sels susceptibles de fournir des dépôts métalliques, étrangers à la question qui nous occupe; de plus, il a étudié des sels de potassium, du sulfate de magnésium et de l'acétate de sodium; le dernier sel, ainsi que le nitrate de potassium, a fourni des chiffres inférieurs à ceux que nous avons obtenus, M. Nourrisson et moi.

» De ces données expérimentales seules il était évidemment impossible de tirer des conclusions relatives à la polarisation des différents sels alcalins; c'est ce que M. Berthelot n'a pas fait non plus.

» M. Berthelot dit cependant :

» J'ai établi, par expérience, que dans l'électrolyse d'un sel alcalin, dont l'acide et la base ne sont ni oxydés ni réduits pendant l'opération, la force électromotrice minima susceptible de déterminer l'électrolyse est sensiblement la somme de deux quantités équivalentes, l'une à la chaleur absorbée par la séparation de l'acide et de la base en solutions étendues, l'autre à la chaleur de décomposition en oxygène et

([1]) Tout récemment, la question des vibrations des navires a été l'objet de nombreux travaux; dans un Mémoire qui vient d'être lu, en Angleterre, par un savant ingénieur autrichien, plusieurs de mes formules, entre autres la formule (4) qui est fondamentale, ont été données comme nouvelles.

hydrogène de l'eau qui dissout ces corps. Il ne s'agit nullement ici d'une théorie sur la constitution des électrolytes, mais d'une *loi expérimentale, indépendante de toute hypothèse.*

» Les données thermochimiques concordent passablement avec l'équivalent thermique de l'énergie électrique.

» De cette loi, M. Berthelot déduit *maintenant* comme une conséquence naturelle que, puisque les bases alcalines fortes possèdent la même chaleur de neutralisation, les sels alcalins doivent aussi se comporter tous comme les sels de potassium.

» Si la *loi expérimentale*, que M. Berthelot pense avoir établie, était exacte, je n'insisterais pas dans ce débat. Mais on peut démontrer que *cette loi n'existe pas*. Et, par le fait même, toutes les conséquences qui s'appuient sur elle s'écroulent.

» Je crois pouvoir établir d'abord que la chaleur absorbée dans la séparation des sels en acides et bases ne tire pas son origine de l'énergie électrique.

» Prenons un appareil constitué par deux vases réunis au moyen d'un siphon, le tout rempli d'une solution normale de soude caustique (NaOH). Dans l'un des vases, se trouve un tube cylindrique renfermant de l'hydrogène à la pression atmosphérique; dans l'autre, même disposition, de l'oxygène. Dans les deux cylindres introduisons deux électrodes en platine platiné, en contact à la fois avec le gaz et le liquide, et pouvant être réunies extérieurement par un fil de platine protégé par un tube de verre.

» Nous avons ici une pile hydrogène-oxygène. Si nous mesurons la force électromotrice de cette pile, nous trouvons 1,09 volt. Opposons-nous au courant une force électromotrice de 1,09 volt, l'équilibre s'établit et il n'existe plus de courant. Diminue-t-on la force électromotrice opposée, alors le courant va dans une direction; l'augmente-t-on au contraire, le courant va dans l'autre direction.

» Nous nous trouvons en présence d'une pile où la formation et la décomposition de l'eau sont réversibles. Dans ce cas, 1,09 volt représente le minimum de polarisation pour la décomposition de l'eau.

» Par les recherches expérimentales et théoriques de MM. Lippmann, von Helmholtz, Pellat, Ostwald, Paschen, nous sommes à même de pouvoir déterminer les différences de potentiel qui existent au contact de chaque électrode avec son liquide [1]. Si nous exécutons ces mesures au minimum

[1] Pour le but que nous nous proposons, le calcul de ces valeurs isolées n'est pas

de polarisation, nous obtenons à l'électrode hydrogène une chute de potentiel de 0,53 volt; à l'électrode oxygène une chute de 0,56 volt, les deux se rendant de l'électrode au liquide. En additionnant ces deux valeurs, nous obtenons 1,09 volt, c'est-à-dire le minimum de polarisation.

» En remplaçant la soude (NaOH) par l'acide sulfurique ($\frac{1}{1}n\,H^2SO^4$) et en procédant de la même façon, on obtient pour le minimum de polarisation très approximativement la valeur de $1^{volt},02$. Mais la mesure de chaque potentiel isolé fournit pour l'électrode hydrogène $0^{volt},29$, pour l'électrode oxygène $1^{volt},36$. Comme la chute de potentiel pour l'électrode hydrogène va du liquide à l'électrode, tandis que pour l'électrode oxygène elle va de l'électrode au liquide, nous devons retrancher ici la première valeur de la seconde (1,36 — 0,29), et nous obtenons $1^{volt},07$, c'est-à-dire le minimum de polarisation.

» Procédons maintenant comme suit : à l'électrode hydrogène versons de la soude ($\frac{1}{1}n$NaOH), à l'électrode oxygène de l'acide sulfurique ($\frac{1}{1}n\,H^2SO^4$) et dans le siphon une solution de sulfate de sodium, les conditions d'expériences restant les mêmes que précédemment. Alors on observe au minimum de polarisation, à l'électrode hydrogène comme dans le premier essai, une valeur de $0^{volt},53$, à l'électrode oxygène une valeur de $1^{volt},36$, comme dans le second essai. La somme des deux valeurs est 1,89, tandis que le minimum de polarisation se trouve à $1^{volt},92$ [1]. La faible différence de $0^{volt},03$ est prévue par la théorie de Nernst, relative à l'activité électromotrice des ions, car les vitesses de migration des ions $\overset{+}{Na}$, $\overline{OH}$, $\overset{+}{H}$, $\overline{SO^4}$ sont connues [1]. Mais, dans une telle pile au minimum de polarisation, il se produit à l'électrode hydrogène un dégagement d'hydrogène, à l'électrode oxygène un dégagement d'oxygène, en outre, une décomposition de Na^2SO^4 en NaOH et H^2SO^4. Les chutes de potentiel aux

---

nécessaire; nous aurions pu nous contenter d'employer une électrode impolarisable, par exemple : zinc et sulfate de zinc. Au moyen de celle-ci et d'électrodes de potentiel inconnu, nous aurions pu préparer une série de piles. En déterminant la force électromotrice de celles-ci, dans lesquelles il y a constamment la force électromotrice invariable de Zn — $ZnSO_4$, on arrive par le calcul à des résultats identiques à ceux qui sont fournis par les déterminations des potentiels pris isolément. Cette dernière méthode permet des calculs plus clairs.

(1) Les données que je viens de mentionner sont déterminées par M. Smale au laboratoire de M. Ostwald.

deux électrodes sont absolument indépendantes de ce dernier processus; car tous les deux existaient déjà lors de l'emploi de la soude pure et de l'acide sulfurique pur. Comme leur somme égale à peu près exactement la force électromotrice de minimum de polarisation, il en résulte nécessairement que cette force électromotrice est indépendante du phénomène de la décomposition du Na^2SO^4 en $NaOH$ et H^2SO^4. D'après M. Berthelot, celui-ci devait exiger $0^{volt},68$.

» Si l'énergie électrique utilisée pour la décomposition était équivalente à la quantité de chaleur employée à décomposer l'eau et à scinder le Na^2SO^4 en $NaOH$ et H^2SO^4, on devrait aussi s'attendre à ce que, à une dilution modérée, le minimum de polarisation reste constant, car les deux données thermiques restent alors constantes. Au lieu de cela, on observe une chute du minimum de polarisation progressant avec la dilution.

» Dans l'électrolyse d'un sel sodique pur, les conditions sont analogues, car la base et l'acide prennent immédiatement naissance aux électrodes.

» Il y a donc là une nouvelle confirmation du principe thermodynamique, à savoir que la tonalité thermique d'un phénomène chimique ne donne nullement la mesure du travail maximum qui peut être obtenu.

» Il résulte ainsi de ces considérations que la concordance approchée que M. Berthelot a trouvée, entre les données thermochimiques et l'équivalent calorifique de l'énergie électrique, est simplement due au hasard. L'expérience le démontre péremptoirement.

» Si l'on emploie, au lieu des fils de platine utilisés dans les expériences de M. Berthelot et dans les miennes, des électrodes en or ou en charbon, par conséquent des électrodes en matériaux inattaquables, la valeur du minimum de polarisation change d'environ 15 pour 100; j'ai attiré l'attention sur ce fait. M. von Helmholtz a de plus montré que le dégagement d'hydrogène (et d'oxygène) à l'état gazeux à l'électrode, ne constitue nullement un phénomène indispensable. Le dégagement à l'état gazeux d'un gaz dissous à l'électrode rencontre les mêmes obstacles que ceux qui s'opposent à la formation des premières bulles de vapeur dans les phénomènes d'ébullition. Selon la nature de l'électrode, ce processus s'accomplit tantôt plus facilement, tantôt plus difficilement; de sorte que, pour la décomposition des électrolytes, il faut des forces électromotrices différentes selon la nature et la surface des électrodes. Par conséquent, les nombres trouvés par M. Berthelot, M. Nourrisson et moi, pour le minimum de polarisation entre des électrodes de platine, ne peuvent être utilisés pour de

tels calculs, car les quantités d'énergie nécessaire pour la formation des bulles gazeuses sont variables et inconnues.

» Il existe maintenant un procédé qui permet d'éviter ces pertes d'énergie, en évitant la formation de bulles. J'ai indiqué que la décomposition et la formation de l'eau sont réversibles par l'emploi des piles hydrogène-soude ou aussi acide sulfurique-oxygène, précédemment décrites. En opérant avec une force électromotrice contraire, un peu plus élevée que $1^{volt},08$, il y a décomposition d'eau; pour une force un peu moindre, formation d'eau. Les électrodes platinées chimiquement inattaquables possèdent la propriété de dissoudre les gaz mis en liberté dans l'électrolyse; elles se mettent alors en équilibre avec les gaz qui les enveloppent sous une certaine pression, et permettent une circulation sans obstacles entre les ions et les gaz. Comme ce processus est réversible, il doit être indépendant de la matière de l'électrode, pouvu que celle-ci permette une libre circulation entre les ions et les gaz; ou sinon nous pourrions réaliser un mouvement perpétuel.

» Comme nous l'avons mentionné précédemment, dans ces conditions, la $NaOH$ et le H^2SO^4, ainsi que les autres bases et la plupart des acides, ont le minimum de polarisation à $1^{volt},08$. Entre des points de platine, j'ai trouvé $1^{volt},70$.

» Les sels alcalins des acides oxygénés doivent naturellement montrer aussi un minimum de polarisation beaucoup moindre; il se trouve également à $1^{volt},08$; mais il peut varier considérablement, car la valeur est dépendante des quantités de base et d'acide aux électrodes, de conditions qui s'expliquent facilement au moyen de la théorie de la dissociation électrolytique. Nous pouvons dire que les nouvelles valeurs pour les sels alcalins sont, en chiffres ronds, inférieures de 1 volt aux anciennes.

» L'exemple suivant montre encore combien il existe peu de rapport direct entre la tonalité thermique et l'énergie électrique. Si les électrodes sont enveloppées d'hydrogène et d'oxygène, non pas à la pression atmosphérique, mais à une pression moindre, la décomposition de l'eau a déjà lieu à une force électromotrice plus faible. Bien plus, si la pression des deux gaz est amenée vers zéro, il suffit pour décomposer l'eau d'employer une force électromotrice peu différente de zéro. Ce fait a déjà été indiqué par von Helmholtz. La chaleur de formation à volume constant est indépendante de la pression.

» Qu'il me soit permis, pour terminer, de rappeler que la théorie de la dissociation électrolytique d'Arrhénius jette sur les phénomènes électro-

chimiques un jour inattendu; elle a permis d'appliquer aux forces électromotrices des calculs que l'expérience a jusqu'ici brillamment confirmés. »

Remarques sur la Note precédente, par M. **Berthelot.**

« La Note de M. Le Blanc tend à déplacer la question soulevée par sa précédente réclamation contre M. Nourrisson. Comme il s'agit d'un problème fort essentiel, je demande la permission d'insister. En effet, j'ai rappelé à cette occasion que les nombres relatifs à la force électromotrice minima nécessaire pour l'électrolyse des électrolytes, tels que le sulfate de potassium, le chlorure de potassium, le bromure de potassium, l'iodure de potassium, etc., nombres obtenus par M. Le Blanc en 1891, sont en parfaite concordance avec ceux que j'avais mesurés en 1882; — je ne crois pas qu'il prétende le contester.

» J'ai rappelé également que ces nombres, ainsi que beaucoup d'autres que j'ai publiés, ont été traduits par *une loi expérimentale, indépendante de toute hypothèse sur les théories électrolytiques,* loi qui prévoit, sans y changer un seul mot, la valeur de la force électromotrice minima applicable à tout sel alcalin, qui n'est ni oxydable, ni réductible : ce qui est le cas général ([1]). La concordance entre cette loi et les faits observés, soit avant sa découverte, soit postérieurement, est frappante quand on compare entre eux les nombres obtenus par l'électrolyse des fluorures, chlorures, bromures, iodures (ce Volume, p. 414). Les nombres sont certains et retrouvés fidèlement par M. Le Blanc : dès lors la loi l'est aussi et elle se vérifie par une multitude de conséquences numériques; dire que *cette concordance est simplement due au hasard* est une affirmation que les physiciens apprécieront à sa juste valeur.

([1]) Les oxydations et réductions spéciales produites par l'hydrogène ou par l'oxygène électrolytique, sont bien connues et deviennent, ainsi que le savent tous les physiciens, l'origine de forces électromotrices particulières : tel est le cas des azotates, corps réductibles, et celui des acétates, corps oxydables. J'avais pris soin de signaler tout d'abord ces réactions spéciales, en m'abstenant d'assigner pour de tels cas les limites de l'électrolyse (*Ann. de Chim. et de Phys.,* 5e série, t. XXVII, p. 104), parce que ces limites varient avec la nature des réactions intercurrentes : il est facile de le montrer en fait et d'abaisser ces limites bien au-dessous des chiffres observés par M. Le Blanc. Ces derniers, d'ailleurs, répondent exactement au cas où il ne s'exerce ni oxydation, ni réduction, c'est-à-dire au cas général : dans ces conditions, ils sont conformes à la loi.

» Il serait facile d'analyser au point de vue thermochimique les données obtenues par M. Le Blanc, dans sa nouvelle Note, avec des piles à gaz, d'y préciser le rôle véritable des électrodes de platine, ainsi que celui des combinaisons chimiques hydrogénées formées par ce métal [1], celui de l'acide persulfurique et des autres composés secondaires, bien connus et définis par leur chaleur de formation; de rappeler enfin comment j'ai établi une distinction essentielle et dont la méconnaissance jette une extrême confusion dans la question, entre :

» Les indices d'électrolyse, ou plus exactement de courant électrique, toujours rendus possibles par diverses actions accessoires, physiques ou chimiques, mais qui ne sont pas renouvelables, ou ne le sont que d'une façon lente, sinon insensible, telles notamment que l'action propre du platine [2] sur les éléments de l'eau, pendant l'électrolyse (*Annales de Chimie et de Physique*, 5^e série, t. XXX, p. 547);

» Et la décomposition proprement dite, visible et continue, laquelle exige la dépense incessamment renouvelée d'une énergie chimique extérieure, destinée à alimenter la consommation intérieure de l'énergie électrique. La possibilité d'obtenir des résultats constants dans ces dernières conditions et, par conséquent, le caractère bien défini des phénomènes sont démontrés par la concordance des mesures de MM. Nourrisson et Le Blanc avec celles que j'avais exécutées antérieurement.

» Mais je ne veux pas entrer dans ces détails, pour ne pas laisser déplacer le terrain de la discussion. Je me bornerai à tirer de l'expérience même, que M. Le Blanc invoque comme décisive, la preuve de l'inexactitude de cette affirmation singulière, à savoir que *la chaleur absorbée dans*

---

(1) Chaque atome d'hydrogène fixé sur le platine dégage, d'après mes expériences, $+14^{Cal},2$ équivalentes à $0^{volt},6$; ce qui tend à abaisser le potentiel de cette quantité, tant que la surface du platine n'est pas saturée d'hydrogène, au moins dans une pile où il ne se produit pas une décomposition continue, avec dégagement visible d'oxygène et d'hydrogène.

(2) Peut-être n'est-il pas inutile de rappeler qu'il n'existe point de matière susceptible de fournir des électrodes « inattaquables » dans le cycle électrolytique. Je viens de rappeler les expériences relatives au platine. Les électrodes de charbon sont attaquées à la fois par l'oxygène (acide carbonique, mellogène, acide mellique, d'après Bartoli) et par l'hydrogène. Les électrodes en or s'attaquent également (*Annales de Chimie et de Physique*, 5^e série, t. XVIII, p. 396). Ces diverses réactions sont susceptibles de faire varier le potentiel; surtout, je le répète, dans un circuit qui ne donne pas lieu à un régime continu d'électrolyse.

la séparation des sels en acides et bases ne tire pas son origine de l'énergie électrique.

» En effet, en interposant un siphon rempli de sulfate de soude dissous, entre une dissolution de soude, mise en contact avec l'électrode platine-hydrogène, et une dissolution d'acide sulfurique mise en contact avec l'électrode platine-oxygène, cet auteur trouve par expérience (1) un minimum de polarisation égal à $1^{volt},92$, en même temps qu'il observe un dégagement d'hydrogène et d'oxygène. Or le nombre 1,92 répond sensiblement à la force électromotrice indiquée par ma loi pour la réaction opérée dans un semblable système, soit $2^{volts},1$.

» Il ne saurait guère en être autrement, les phénomènes qui déterminent l'électrolyse dans ces conditions étant réciproques avec ceux de l'électrolyse ordinaire du sulfate de soude. On a là, en réalité, une preuve de plus de l'origine chimique de la chaleur absorbée dans la séparation des sels en acides et bases et une nouvelle confirmation de mes anciens résultats, d'autant plus frappante qu'elle a été obtenue avec l'intention de les contredire. Tous ces résultats expérimentaux, ne cessons de le répéter, sont indépendants des théories, fondées ou illusoires, auxquelles un physicien habile, tel que M. Le Blanc, attribue peut-être une importance démesurée. »

CHIMIE. — *Sur la solubilité mutuelle des sels*. Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« La détermination des courbes de solubilité mutuelle des sels, ou, ce qui revient au même, des courbes de fusibilité des mélanges salins, comprend trois cas distincts :

» 1° Le cas où les deux sels mêlés se solidifient ensemble en formant des mélanges isomorphes de composition variable; je les ai étudiés dans une Note précédente (2);

---

(1) Le calcul, par lequel il évalue *a priori* la chute de potentiel dans un pareil ensemble, laisse à désirer; particulièrement en ce qui touche les variations de potentiel qui ont lieu aux contacts deux à deux des trois liquides consécutifs : soude-sulfate de soude-acide sulfurique; il n'en parle point. Or ce système de trois liquides équivaut à un élément de pile, où l'énergie électrique serait empruntée principalement à une énergie chimique, représentée par l'union de l'acide sulfurique avec la soude.

(2) Des résultats semblables à ceux auxquels je suis arrivé pour des sels fondant

» 2° Le cas où les deux sels se solidifient isolément; leur étude fait l'objet de la présente Communication;

» 3° Le cas où les deux sels peuvent donner une combinaison définie; je reviendrai ultérieurement sur leur étude.

» Lorsque les deux sels se solidifient isolément, on a pour chacun d'eux la relation approchée

$$0,002 \operatorname{lognép} s + \frac{L}{t} = \frac{L}{t_0},$$

en appelant L et t_0 la chaleur latente et la température de fusion du sel considéré.

» D'après la définition même du coefficient de solubilité, les seules portions de la courbe théorique définie par cette équation qui puissent correspondre à un phénomène réel sont celles qui sont comprises entre les abscisses $s = 0$ et $s = 1$.

» Pour le second sel on aurait une relation semblable, que l'on peut écrire, en remarquant que $s' = 1 - s$,

$$0,002 \operatorname{lognép}(1 - s) + \frac{L'}{t} = \frac{L'}{t'_0}.$$

» Les courbes définies par ces deux équations se coupent en un point qui limite la portion utile de chacune d'elles. Celles-ci sont ainsi comprises entre leur point d'intersection commun et le point de fusion de chacun des sels aux ordonnées $s = 0$ et $s = 1$. Les branches asymptotiques inférieures correspondent à un état d'équilibre instable qui est expérimentalement irréalisable. Cette instabilité résulte de ce que la tension de vapeur du dissolvant y est supérieure à celle du même corps à l'état solide; il tend donc à cristalliser spontanément en même temps que le corps dissous, de telle sorte que tout se prendrait en masse, si la température était maintenue constante.

» En résumé, la courbe de solubilité d'un mélange de deux sels qui ne donnent ni combinaison, ni mélange isomorphe, se compose essentiellement de deux branches se coupant à angle vif. L'une de ces branches correspond au dépôt exclusif de l'un des sels et de même pour l'autre. Au point d'intersection, les deux sels se déposent simultanément dans les proportions mêmes où ils se trouvent dans le liquide; la température de soli-

---

vers 1000° avaient déjà été obtenus antérieurement, sans que j'en aie eu connaissance, par M. Küster, pour des composés organiques fondant au-dessous de 100° (*Zeit. für phys. Chemie,* t. VIII, p. 577).

dification reste constante, c'est le mélange *eutectique*. En dehors de ce point, le dépôt exclusif de l'un des sels fait varier la composition du liquide, et en abaisse progressivement la température de solidification jusqu'à celle du mélange eutectique.

» Pour le calcul du coefficient de solubilité *s*, il faut connaître les poids moléculaires des corps en présence, ou tout au moins leur rapport. J'ai fait cette détermination en appliquant aux sels fondus la méthode d'abaissement des points de congélation de M. Raoult, c'est-à-dire que j'ai choisi les poids moléculaires de façon à donner, aux courbes de fusibilité des mélanges renfermant un même sel, une tangente commune à l'origine et identique à celle d'un mélange dans lequel le dissolvant est chimiquement assez analogue aux corps dissous, pour qu'il ne puisse y avoir d'incertitude sur le rapport de leurs poids moléculaires; par exemple, le chlorure de potassium avec le chlorure de sodium, le sulfate de sodium avec le sulfate de lithium. On trouve ainsi que, dans la plupart des cas, les poids moléculaires sont proportionnels aux équivalents, mais qu'ils varient parfois avec la nature du dissolvant, comme cela arrive pour l'iode en présence des différents dissolvants organiques.

» Voici quelques résultats relatifs à la solubilité du chlorure de sodium et du sulfate de lithium en présence de différents sels; on voit, comme le faisait prévoir la formule, que les résultats sont sensiblement indépendants de la nature du dissolvant. On peut représenter ces résultats d'une façon satisfaisante en attribuant à ces deux sels les chaleurs latentes de fusion suivantes :

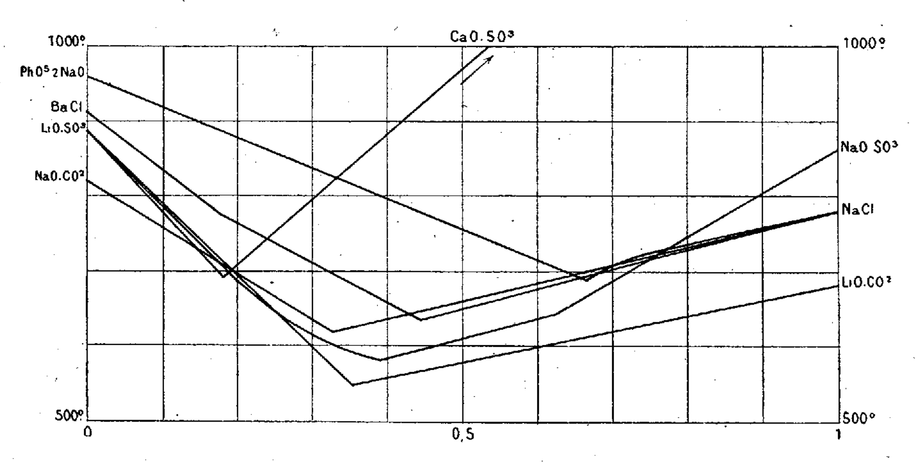
$NaCl$ (58^{gr},5)..... 12^{cal},6 $\qquad$ LiO, SO^3 (55^{gr})..... 2^{cal},84

» Je me propose de mesurer ultérieurement ces chaleurs latentes pour contrôler l'exactitude des calculs théoriques qui ont conduit à leur détermination.

Températures de cristallisation.

Corps dissous.	Dissolvant.	$s = 1$.	$s = 0,9$.	$s = 0,8$.	$s = 0,7$.	$s = 0,6$.
$NaCl$	NaO, CO^2......	778	755	»	718	692
	$PhO^5, 2NO$....	»	762	743	710	»
	$BaCl$..........	»	758	740	»	690
	Formule.......	»	758	738	717	694
LiO, So^3	CaO, SO^3......	830	750	675	»	»
	LiO, CO^2.......	»	745	667	580	»
	NaO, SO^3......	»	750	680	620	»
	Formule.......	»	741	661	580	»

» Le Tableau ci-dessus résume les résultats donnés ici et les complète en donnant, pour chaque mélange, la seconde branche correspondant à la cristallisation de l'autre sel.



» On remarquera sur ces courbes, outre le point anguleux correspondant au mélange eutectique, un point semblable sur la branche du chlorure de baryum qui correspond à une transformation allotropique de ce sel (775°), et sur la courbe N, O, S O^3 — Li O, S O^3, des points anguleux se rattachant à la formation d'un sel double.

» On remarquera également que la plupart des branches de ces courbes se confondent pratiquement avec des droites ; ce fait pouvait être prévu par la discussion de la formule même, qui donne un point d'inflexion variant de la solubilité $s = 1$ à $s = 0,5$ quand la chaleur latente varie de 10^{cal} à 2^{cal}. Voici, comme terme de comparaison, les températures calculées pour le sulfate de lithium, en employant la formule ou en employant une droite moyenne.

	$s = 1.$	$s = 0,9.$	$s = 0,8.$	$s = 0,5.$	$s = 0,3.$	$s = 0,1.$	$s = 0.$
Formule....	830°	741	661	440	295	121	−273
Droite......		751	672	436	278		+ 42°

» Je dois ajouter en terminant que l'on m'a signalé, depuis ma dernière Communication, des résultats semblables obtenus par M. Schröder [1], pour différents composés organiques. La courbe de solubilité de la naphtaline, par exemple, a été trouvée sensiblement identique dans cinq dissolvants organiques, mais différente dans les alcools. En refaisant le calcul

(1) *Zeit. für Phys. Chem.*, t. XI, p. 449.

de ces expériences, j'ai reconnu qu'il suffirait de tripler environ la molécule de l'alcool pour réunir en un seul faisceau toutes les courbes de solubilité; c'est là une nouvelle confirmation des idées de M. Ramsay sur la constitution des liquides anormaux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'azote, du protoxyde et du bioxyde d'azote sur les ammoniums alcalins*. Note de M. **A. Joannis.**

« Après avoir étudié l'action de l'oxygène et de l'oxyde de carbone sur les ammoniums alcalins dissous dans l'ammoniac liquéfié ([1]), j'ai fait agir dans des conditions analogues l'azote, le protoxyde et le bioxyde d'azote.

» L'appareil qui m'a servi pour ces expériences se composait d'un tube plein de soude récemment fondue, dans lequel on liquéfiait de l'ammoniac pur; au contact de l'hydrate de soude, l'ammoniac liquide se déshydrate d'une façon complète; ce tube qui servait de réservoir à ammoniaque était fermé par un robinet en verre. Celui-ci était relié par un tube de plomb à une canalisation communiquant avec un manomètre à mercure, avec un gazomètre à mercure contenant le gaz que l'on voulait faire agir sur l'ammonium alcalin, avec un robinet permettant de recueillir sur une cuve à mercure les gaz dégagés pendant la réaction, et avec un tube A servant de tube à expérience.

» Au début, le robinet du gazomètre à mercure était fermé; on ouvrait le robinet du réservoir à ammoniac et, à l'aide d'un courant de ce gaz, on balayait tout l'air contenu dans la totalité de l'appareil. Le tube A se trouvait ainsi rempli d'ammoniac; on le fermait avec deux bouchons de liège et on le tarait. On le faisait de nouveau parcourir par le courant d'ammoniac et on y introduisait, à l'aide d'un tube effilé, du potassium ou du sodium fondu dans un courant d'hydrogène pur. Le tube A était muni de ses bouchons et reporté sur la balance; l'augmentation de poids donnait le poids du métal alcalin introduit; on mastiquait alors le tube A au tube de plomb, à l'aide de mastic Golaz, on fermait à la lampe l'extrémité opposée, on plongeait le tube dans un mélange réfrigérant et on envoyait de l'ammoniac sous pression; l'ammonium alcalin se formait et se dissolvait dans l'excès d'ammoniac liquide. On retirait alors le tube du mélange réfrigérant et on le mettait dans de l'éther, dont on abaissait la température jusque vers $-70°$ à l'aide d'acide carbonique solide. Pendant que le tube se refroidissait, la tension de l'ammoniaque diminuait : au moment où elle devenait égale à la pression atmosphérique (vers $-35°$), on ouvrait le robinet du gazomètre et le gaz qui y était contenu venait agir sur l'ammonium alcalin, dans le tube A. Lorsque la réaction se produisait sans dégagement de gaz, le gaz employé était absorbé peu à peu et la couleur mordorée de l'ammonium alcalin disparaissait plus ou moins vite. La réaction une fois terminée, on laissait partir l'ammoniac en excès et on fermait le tube à la lampe, lorsqu'il ne se dégageait plus aucun gaz. Une nouvelle

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1370 et 1518.

pesée donnait l'augmentation de poids de la matière pendant l'expérience. Lorsque la réaction se produisait avec dégagement de gaz, il fallait expulser de temps à autre le gaz produit dans la réaction, parce qu'il empêchait l'arrivée de celui qui était contenu dans le gazomètre. Pour cela, on retirait le tube A du bain d'éther, on laissait sa température monter un peu et en ouvrant le robinet on recueillait sur une cuve à mercure les gaz dégagés; on mesurait leur volume et on les analysait; grâce à l'ammoniac qui se dégageait continuellement du tube A, on balayait tout l'appareil. On replongeait alors le tube dans l'éther froid, on faisait arriver une nouvelle quantité de gaz, et ainsi de suite jusqu'à ce que la réaction fût terminée. Le volume du gaz introduit se mesurait par des pesées de mercure : on avait soin, à la fin de l'expérience, de ramener la pression dans le gazomètre à sa valeur primitive; connaissant le volume du mercure introduit dans l'appareil pour déplacer le gaz, ainsi que la pression et la température de celui-ci, on calculait le volume de gaz sorti du gazomètre.

» Voici maintenant les résultats obtenus :

» *Azote.* — L'azote ne décompose pas les ammoniums alcalins.

» *Protoxyde d'azote.* — L'action du protoxyde d'azote sur le sodammonium et le potassammonium est complexe. Si l'on fait arriver le protoxyde sur l'ammonium alcalin et si l'on a soin d'arrêter l'arrivée du gaz dès que l'ammonium est décoloré, on constate : 1° que le volume d'azote dégagé est sensiblement égal au volume de protoxyde d'azote employé (quoique toujours un peu moindre); 2° que pour une molécule de sodammonium $Az^2H^6Na^2$ ou de potassammonium, il disparaît un peu plus d'une molécule de protoxyde d'azote (de 1,14 à 1,17); 3° qu'il y a toujours de l'ammoniac fixé en même temps sur la matière (de $0^{mol},85$ à $0^{mol},95$ pour une d'ammonium alcalin); 4° la matière obtenue se dissout dans l'eau sans dégagement d'aucun gaz; 5° cette dissolution donne avec l'azotate d'argent un précipité blanc qui, une fois lavé et séché dans le vide, détone avec la plus grande violence quand on le chauffe rapidement : $0^{mgr},35$ de ce corps, placé au fond d'un tube à essai, le perce sans le briser.

» L'analyse de ce composé, dans lequel j'ai dosé l'argent à l'état de chlorure et l'azote en volume, montre que c'est l'azoture d'argent Az^3Ag correspondant à l'acide azothydrique.

» L'azoture de potassium Az^3K qui est contenu dans la matière et qui donne avec l'azotate d'argent ce précipité d'azoture s'y trouve en quantités un peu variables d'une expérience à l'autre et toujours assez faibles (1 molécule pour 7 à 8 molécules d'ammonium alcalin en moyenne). La formation de ce corps est due à une réaction secondaire.

» La réaction principale est représentée par la formule

$$(1)\qquad Az^2 + O\ Az^2H^6K^2 = AzH^2K + AzH^3 + KOH + Az^2.$$

» L'augmentation de poids du métal alcalin, l'alcalinité de la solution obtenue en dissolvant le corps dans l'eau, la quantité d'ammoniaque contenue dans cette solution, concordent assez bien avec cette formule, surtout quand on a eu soin d'éviter un excès de protoxyde d'azote.

» Si, au contraire, une fois la décoloration de l'ammonium alcalin obtenue, on continue de faire arriver du protoxyde d'azote, on trouve que ce gaz disparaît sans donner naissance à de l'azote. Il réagit alors sur l'amidure formé, en donnant la réaction

$$(2) \qquad 2\,AzH^2K + Az^2O = Az^3K + KOH + AzH^3.$$

» C'est cette réaction secondaire du protoxyde d'azote sur l'amidure formé, que l'on ne peut éviter entièrement dans la première phase de l'opération, qui donne naissance aux petites quantités d'azoture Az^3K que l'on obtient.

» Aussi lorsqu'on fait agir un excès de protoxyde d'azote sur l'ammonium alcalin, on obtient un mélange d'azoture et d'hydrate, suivant la formule

$$3\,Az^2O + 2\,Az^2H^6K^2 = Az^3K = 3\,KOH + 3\,AzH^3 + 2\,Az^2.$$

» Il en est de même avec le sodammonium; il y a lieu cependant de faire la remarque suivante : il résulte de mes recherches sur l'action de l'oxygène sur le sodammonium que le premier produit de l'oxydation est le composé AzH^3Na^2O que j'ai considéré comme analogue à l'hydrate de sodium AzH^2Na^2OH. Les déterminations indiquées plus haut, qui ont servi à vérifier l'équation (1), ne permettent pas de décider si l'on a dans le tube A, après l'expérience, un mélange $AzH^2Na + NaOH$ ou le composé AzH^3Na^2O qui a la même composition que ce mélange; mais l'action ultérieure du protoxyde d'azote, qui donne avec la matière de l'azoture Az^3Na, permettait de décider la question; en effet, le protoxyde d'azote est sans action sur l'hydrate d'oxyde de disodammonium, tandis qu'il transforme l'amidure en azoture. Je l'ai vérifié en préparant de l'amidure de potassium pur, par la décomposition spontanée du potassammonium à la température ordinaire en tube scellé et en le dissolvant dans l'ammoniac liquéfié; j'ai fait agir le protoxyde d'azote sur cette solution, j'ai obtenu de l'azoture de potassium qui a été transformé en azoture d'argent et pesé; j'ai déterminé aussi la quantité de protoxyde d'azote qui a réagi. Toutes ces déterminations vérifient bien la formule (2).

» On peut donc obtenir à basse température les azotures alcalins dérivant de l'acide azothydrique, par l'action du protoxyde d'azote sur les amidures correspondants.

» Ces deux réactions du protoxyde d'azote sur les ammoniums alcalins et sur les amidures sont peut-être les seules où le protoxyde d'azote agit à une température inférieure à celle de sa décomposition et se comporte autrement qu'un mélange d'azote et d'oxygène.

» *Action du bioxyde d'azote.* — Le bioxyde d'azote est absorbé par le sodammonium ou le potassammonium dissous dans l'ammoniac liquéfié; pendant cette action, la couleur de l'ammonium alcalin disparaît peu à peu et il se forme une matière d'un blanc légèrement rosé; cette masse a une apparence gélatineuse, tant qu'elle baigne

dans l'ammoniac liquide; lorsque celui-ci est évaporé, elle se présente sous forme d'une poudre amorphe. La pesée du métal alcalin employé et la mesure du bioxyde d'azote absorbé montrent qu'il s'est formé les hypoazotites alcalins AzNaO et AzKO; on a, en effet, trouvé pour le rapport $\frac{Na}{AzO}$, 0,987, et pour $\frac{K}{AzO}$, 1,009, au lieu de 1. Ces matières contiennent en outre un peu d'ammoniac, qu'on peut leur enlever en faisant le vide et en les chauffant légèrement. Ces matières traitées par l'eau se dissolvent sans dégagement de gaz, si l'eau agit peu à peu; la dissolution donne avec l'azotate d'argent un précipité jaune d'hypoazotite d'argent; dans une expérience faite avec $0^{gr},530$ d'hypoazotite de sodium, on a obtenu $1^{gr},3607$ d'hypoazotite d'argent (théorie $1^{gr},380$) ».

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Du mode d'action du pancréas dans la régulation de la fonction glycoso-formatrice du foie. Nouveaux faits relatifs au mécanisme du diabète pancréatique.* Note de M. **M. Kaufmann**, présentée par M. Chauveau (1).

« Les faits exposés dans cette Note établissent que le produit de la sécrétion interne du pancréas exerce son action frénatrice sur la glycoso-formation hépatique, non seulement par l'intermédiaire des centres nerveux, mais encore en agissant *directement* sur les éléments cellulaires du foie.

» Cette importante notion est démontrée par les effets que produit, sur la glycémie, la section des nerfs qui se rendent au foie. Ces effets sont bien différents sur les animaux pourvus du pancréas et ceux auxquels on extirpe cette glande après avoir coupé les nerfs du foie. Chez les premiers, on observe l'*hypoglycémie*, ou bien la glycémie reste sensiblement normale; chez les seconds, on voit toujours se produire l'*hyperglycémie* et souvent la *glycosurie*.

» Le foie reçoit trois sortes de nerfs : 1° des rameaux directs du pneumogastrique gauche et quelquefois du droit; 2° quelques filets des nerfs phréniques; 3° de nombreux rameaux du grand sympathique qui proviennent du *plexus cœliaque* et qui se rendent au foie en suivant l'artère hépatique, la veine-porte et le canal cholédoque.

» La section des divers nerfs qui se rendent au foie a été faite, comparativement, sur des chiens qui conservaient le pancréas et sur d'autres de ces animaux que je privais de cet organe après avoir sectionné les nerfs. Les prises de sang pour le dosage du sucre ont toujours été faites sur des chiens à jeun. Les sections nerveuses ont été soigneusement vérifiées par l'autopsie.

(1) Cette Note a été présentée dans la séance du 19 mars.

» J'ai obtenu les résultats suivants :

» 1° Chez les chiens qui conservent le pancréas, on voit apparaître l'*hypoglycémie* si la section porte sur les deux troncs vago-sympathiques au cou; la glycémie reste sensiblement normale quand la section porte sur les pneumogastriques dans le thorax en avant du diaphragme. Ces résultats confirment entièrement ceux qu'a fait connaître Cl. Bernard.

» 2° Chez les chiens dont les pneumogastriques sont coupés soit au cou, soit dans la poitrine, l'extirpation du pancréas est rapidement suivie d'*hyperglycémie et de glycosurie*.

» 3° La glycémie n'est pas notablement modifiée sur les chiens normaux par le fait de la section des deux nerfs diaphragmatiques.

» 4° Si chez les chiens privés des nerfs phréniques, on extirpe le pancréas, l'*hyperglycémie et la glycosurie* se montrent avec l'intensité ordinaire.

» 5° Chez les chiens qui conservent le pancréas, la section des nerfs splanchniques dans l'abdomen ne diminue que peu la glycémie normale.

» 6° L'ablation du pancréas pratiquée sur des chiens qui ont les splanchniques coupés produit l'*hyperglycémie et la glycosurie*.

» 7° Chez les chiens qui conservent le pancréas, la destruction presque complète du ganglion semi-lunaire et la section de la plupart des filets nerveux qui accompagnent l'artère hépatique produit une *légère hypoglycémie*.

» 8° Chez les chiens privés d'une grande partie du ganglion solaire et de la plupart des filets nerveux qui accompagnent l'artère hépatique l'ablation du pancréas est suivie d'*hyperglycémie et de glycosurie*.

» 9° Chez les chiens munis du pancréas, la section complète de tous les filets nerveux qui accompagnent l'artère hépatique, la veine-porte, le canal cholédoque et du filet direct fourni par les pneumogastriques produit une *hypoglycémie très nette*.

» 10° Chez les chiens dont le foie est énervé par la section de tous les filets nerveux qui accompagnent l'artère hépatique, la veine-porte, le canal cholédoque et du filet direct fourni par les pneumogastriques, l'ablation du pancréas produit constamment l'*hyperglycémie*.

» Ces résultats sont très démonstratifs. L'apparition de l'*hypoglycémie* par le fait de la section de tous les nerfs du foie sur les chiens porteurs du pancréas, et la production de l'*hyperglycémie* par le fait de la dépancréatisation chez les chiens dont le foie est énervé, mettent en parfaite évidence *l'action frénatrice exercée directement sur le foie par le produit de la sécrétion interne du pancréas*.

» Quand toutes les communications entre les centres nerveux et le foie sont rompues, le pancréas, par le produit de sa sécrétion interne, continue à modérer la glycoso-formation intrahépatique, d'où *hypoglycémie;* l'ablation du pancréas, en tarissant sa sécrétion interne, supprime cette action frénatrice directe d'où suractivité dans la production du sucre, *hyperglycémie et même glycosurie*.

» Ainsi, il est bien démontré, par les faits exposés ci-dessus, que le pancréas règle la glycoso-formation hépatique, en versant dans le sang un produit qui exerce une action frénatrice directe sur le tissu du foie. En traversant le pancréas, le sang se charge du produit de la sécrétion interne de cette glande, puis transporte ce produit au contact des cellules hépatiques dont l'activité glycoso-formatrice se trouve ainsi modérée.

» L'intensité de cette action frénatrice est nécessairement en rapport avec l'abondance, dans le sang, du produit de la sécrétion interne du pancréas. A l'exagération de la fonction pancréatique correspond l'hypoglycémie; à sa diminution ou à sa suppression correspond l'hyperglycémie et la glycosurie.

» Toutes les modifications imprimées à la fonction pancréatique par le système nerveux exercent nécessairement une influence d'ordre inverse sur la fonction glycoso-formatrice du foie, par l'intermédiaire du produit de la sécrétion pancréatique interne.

» En présence de cette donnée nouvelle, l'on peut se demander si la régulation de la formation du sucre dans le foie s'exerce uniquement par la voie du pancréas, ou bien si elle est soumise également à une action directe transmise par le système nerveux au foie.

» Tous les faits que nous avons fait connaître, M. Chauveau et moi ([1]), s'adaptent parfaitement à la théorie d'une régulation double; mais ils pourraient recevoir une interprétation également satisfaisante si on parvenait à démontrer l'existence d'un mode de régulation unique s'exerçant exclusivement par le moyen du pancréas.

» La notion de l'action frénatrice, exercée directement sur le foie par le produit de la sécrétion interne du pancréas, permet d'expliquer un grand nombre de faits physiologiques et pathologiques qui sont restés jusqu'ici fort obscurs. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *L'antiseptie physiologique.* Note de M. **A. Tripier.**

« Depuis une vingtaine d'années environ, les études bactériologiques ont révolutionné la Chirurgie et aussi un peu la Médecine; grâce à des expériences précises, *in vitro*, et sur les animaux, les notions relatives aux

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVI, 1893.

intoxications organiques et à l'*antiseptie chimique* ont largement contribué aux progrès de la Thérapeutique.

» Dans ce mouvement doctrinal, il est un côté de l'antiseptie, le côté *physiologique*, qui a été quelque peu sacrifié et sur lequel je voudrais appeler l'attention. La chose me paraît d'autant plus utile, que la question se trouve plus écartée de l'ordre du jour; qu'elle n'a jamais fait grand bruit; que, si elle s'est trouvée posée, cela n'a guère été qu'à l'occasion de faits isolés et incomplètement observés.

» J'ignore si, dans cette voie, on remonterait aisément au delà de la tradition des nègres de nos colonies à serpents, prétendant que le meilleur remède, au début des accidents de morsures venimeuses, est l'ingestion, aussi prompte que possible, d'une dose de rhum suffisante pour déterminer une complète ébriété. Cette pratique nous a été rapportée par des auteurs fort recommandables, qui admettaient qu'une copieuse ingestion d'alcool « apportait un obstacle relatif à l'absorption du poison ». Je ne sache pas qu'on soit allé plus loin dans la voie des explications d'ordre physiologique.

» En 1856, dans une thèse *Sur le mode d'action des diurétiques*, j'essayai, à l'occasion de la *digitale*, une explication d'obstacle apporté à l'absorption par un mécanisme physiologique. Dans ses études sur les *substances toxiques et médicamenteuses*, Cl. Bernard avait montré la digitale, poison musculaire, paralysant la fibre cardiaque en systole; j'admettais que l'action portait autant, sinon plus, sur la fibre lisse que sur la fibre striée, qu'elle déterminait surtout une contracture des artérioles et apportait par là un obstacle à l'absorption; aussi l'avais-je essayée contre la septicémie, avec un résultat encourageant. Depuis ce temps, je n'ai jamais perdu ce sujet de vue et l'indication fournie par les symptômes ou appréhensions d'ordre septique me parut même pouvoir être étendue aux congestions locales de tout ordre. Mes observations sur ce sujet ont été développées (*Leçons cliniques sur les maladies des femmes*, 1883) dans une digression sur la digitale, que je considérais et considère toujours comme le plus précieux agent de ce qu'on peut encore appeler en bloc la *médication antiphlogistique*.

» En revenant sur cette question, mon but est d'indiquer qu'il est à craindre que la justice rendue aux bienfaits de l'antiseptie chimique ait trop détourné l'attention des voies et moyens d'une antiseptie *physiologique*. L'heure où celle-ci va se trouver mise à l'ordre du jour par les expériences de MM. d'Arsonval et Charrin, sur le rôle que pourraient être appelées à y jouer les modifications physiques, me paraît favorable pour en

rappeler l'importance, et aussi pour solliciter l'expérimentation, sur ce point, des agents que la matière médicale contemporaine pourrait nous offrir comme succédanés de la digitale, qui m'a paru jusqu'ici le plus précieux dans cet ordre d'indications. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Propriétés du sérum des animaux immunisés contre le venin des serpents; thérapeutique de l'envenimation.* Note de M. **A. Calmette** (¹).

« On peut immuniser les animaux contre le venin des serpents, soit au moyen d'injections répétées de doses d'abord faibles, puis progressives de venin, soit au moyen d'injections successives de venin mélangé à des substances chimiques parmi lesquelles je citerai le chlorure d'or ou les hypochlorites de soude ou de chaux. L'immunisation s'obtient, dans ce dernier cas, en employant une méthode analogue à celle que MM. Roux et Vaillard ont utilisée pour produire l'état réfractaire contre le tétanos.

» Le sérum des animaux ainsi traités est à la fois *préventif*, *antitoxique* et *thérapeutique*, exactement comme celui des animaux immunisés contre la diphtérie et le tétanos.

» Il possède ces propriétés, non seulement à l'égard du venin qui a servi à immuniser l'animal dont on l'a retiré, mais même à l'égard de venins d'autres origines. Le sérum de lapin immunisé contre le venin de cobra, par exemple, est antitoxique à l'égard des venins de *vipère* de France, d'*hoplocephalus* et de *pseudechis* d'Australie.

» Le pouvoir antitoxique *in vitro* est naturellement très variable suivant la dose de venin contre laquelle l'animal qui fournit le sérum est immunisé. $0^{cc},5$ de celui que j'emploie actuellement pour mes essais de thérapeutique est capable de détruire 1^{mgr} de venin de cobra, dose mortelle en moins de douze heures pour 4^{kg} de lapin.

» Les propriétés antitoxiques du sérum peuvent se développer dans le sang d'animaux non immunisés, à la suite d'une seule injection d'une dose non mortelle de venin.

» Elles peuvent se développer également sous l'influence d'injections répétées d'hypochlorites alcalins en solutions faibles, sans mélange de venin.

(¹) Travail du laboratoire de M. Roux à l'Institut Pasteur.

» Si nous inoculons à un certain nombre de lapins, sous la peau de la cuisse, une même dose, 1^{mgr} de venin de cobra, par exemple, et si nous traitons tous ces animaux, sauf quelques témoins, par des injections sous-cutanées et intrapéritonéales de sérum de lapins immunisés contre 4^{mgr} de ce même venin, nous voyons que tous les témoins, non traités, meurent en trois ou quatre heures, tandis que les lapins qui reçoivent 5^{cc} de sérum thérapeutique une demi-heure, trois quarts d'heure ou une heure après le venin *résistent tous*.

» Ceux qui reçoivent une plus grande quantité de sérum thérapeutique entre une heure et une heure et demie après le venin résistent également.

» Il est probable qu'avec des sérums plus actifs que ceux dont je dispose actuellement, cette limite d'une heure et demie pourra encore être dépassée. Les animaux qui me fournissent mes sérums ont tous reçu chacun de 20^{mgr} à 26^{mgr} de venin, soit une quantité de substance toxique capable de tuer 80^{kg} *à* 104^{kg} *de lapin*.

» Puisque les sérums immunisants contre les venins sont capables d'arrêter si nettement l'intoxication chez des animaux d'une sensibilité extrême aux venins, comme le lapin et le cobaye, ne sommes-nous pas autorisés à penser que, chez l'homme, leur efficacité ne serait pas moindre?

» Il convient donc de tenter, le plus tôt possible, des expériences de nature à nous éclairer sur cette question, et, pour cela, il est nécessaire d'immuniser de grands animaux, capables de fournir de grandes quantités de sérum. J'ai commencé cet essai avec des chiens.

» En attendant que nous puissions employer pratiquement le sérumthérapie contre les morsures venimeuses, on doit utiliser, de préférence au chlorure d'or, les propriétés neutralisantes, beaucoup plus efficaces du chorure de chaux pour traiter les personnes mordues.

» On devra injecter, tout autour et à une assez grande distance de la plaie d'inoculation, 20^{cc} à 30^{cc} d'une solution de chlorure de chaux, préparée au moment de l'usage, en diluant 5^{cc} d'une solution à $\frac{1}{12}$ dans 45^{cc} d'eau bouillie. Les dilutions étendues, préparées d'avance, n'ont plus d'action efficace.

» J'ai constaté, dans mes expériences, que l'intervention simple à l'aide du chlorure de chaux, sans ligature, était toujours efficace pour le lapin vingt minutes après l'inoculation sous-cutanée ou intramusculaire d'une dose de venin mortelle pour cet animal en deux heures. Au delà de vingt minutes et jusqu'à cinquante minutes, l'intervention est encore très sou-

vent utile. Or, chez l'homme, il est extrêmement rare que la morsure des plus dangereux serpents soit mortelle dans un délai si court.

» D'après les statistiques de Fayrer, dressées sur un ensemble de soixante-cinq cas de morsures de serpents observées dans l'Inde et *ayant amené la mort*, la durée moyenne de la survie a été la suivante :

Moins de deux heures	proportion de	22,96 pour 100
Entre deux et six heures	»	24,53 pour 100
Entre six et douze heures	»	23,05 pour 100
Entre douze et vingt-quatre heures	»	9,36 pour 100
Au delà de vingt-quatre heures	»	21,10 pour 100

» En admettant qu'il soit impossible de porter secours en temps utile aux personnes classées dans la première catégorie ci-dessus, et qui succombent en moins de deux heures, on voit que le traitement par le chlorure de chaux seul a les plus grandes chances d'être efficace pour toutes les autres, soit pour 77,04 pour 100 de celles qui seraient vouées fatalement à la mort.

» Lorsqu'on pourra employer, concurremment avec les injections de chlorure de chaux, celles de sérums immunisants, dont la puissance thérapeutique est beaucoup plus grande, la mortalité se trouvera réduite à peu près aux seules personnes qui n'auront pas eu la possibilité de recourir au traitement. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'accouplement de quelques Céphalopodes* Sepiola Rondeletii (*Leach*), Rossia macrosoma (*d. Ch.*) *et* Octopus vulgaris (*Lam.*) (¹). Note de M. **Émile G. Racovitza**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« En juin 1892, j'ai pu observer à Roscoff l'accouplement de la *Sepiola Rondeletii*. Le mâle, quoique plus petit que la femelle, la saisit brusquement et la retourne la face ventrale en haut. Il introduit sa première paire de bras dans la cavité palléale [le bras gauche est hectocotylisé (Steenstrup)], la seconde paire est étendue le long du corps, la troisième entoure la nuque et la quatrième est passée entre les bras de la femelle. L'accouplement dure huit minutes. Pendant tout ce temps, le mâle fait des efforts continuels pour tenir la femelle éloignée de tout point d'appui solide. Cette dernière, ne pouvant respirer pendant l'accouplement, fait des efforts

(¹) Travail fait dans les Laboratoires de Roscoff et de Banyuls.

désespérés pour se débarrasser de son compagnon dès qu'elle arrive à fixer ses bras quelque part.

» Les spermatophores sont fixés sur les plis de la vaste poche située dans la moitié gauche de la cavité palléale de la femelle (Brock) à côté de l'oviducte (voir Machrenthal cité par Korschelt). Le spermatophore placé dans la poche et en contact avec l'eau de mer éclate. Son réservoir spermatique est enfoncé sous la peau des plis. Il se produit ensuite un déclenchement de second ordre (qui sera étudié dans un prochain travail accompagné de figures) qui sépare la gaine vide du spermatophore du réservoir introduit sous la peau. Le boyau contenant les spermatozoïdes et qui est enroulé dans le réservoir éclate à son tour. Les spermatozoïdes sont repoussés au dehors, un à un et d'une manière continue, par le tube cylindrique qui dépasse de quelques millimètres le niveau de l'épiderme. Ils arrivent ainsi dans la cavité de la poche, et, chassés par les puissants cils vibratiles qui en tapissent les plis, ils parviennent dans la cavité palléale. Les œufs trouvent donc toujours, au moment de la ponte, des spermatozoïdes dans cette cavité, et sont fécondés au passage.

» Je n'ai pas observé l'accouplement de la *Rossia macrosoma*, mais j'ai trouvé une femelle fécondée de cette espèce, et j'ai pu observer sur elle des faits analogues à ceux décrits chez la Sepiola. Les réservoirs spermatiques, munis de leurs tubes, se trouvent dans la moitié gauche de la cavité palléale et sont introduits sous la peau qui avoisine l'oviducte. Ici aussi, il y a introduction du réservoir sous la peau, déclanchement secondaire, rupture du boyau spermatique et évacuation lente des spermatozoïdes dans la cavité palléale. Hoyle a trouvé chez la *Rossia Oweni* (Ball) [= *R. macrosoma* (d. Ch.) d'après Appellöf] des réservoirs enfoncés sous la peau de la région de l'œil, et il considère, à tort, le cas comme normal. J'ai trouvé aussi des réservoirs en dehors de la cavité palléale sur la femelle mentionnée plus haut et même sous la peau d'un mâle. Cela s'explique aisément, étant donné que le spermatophore enfonce son contenu n'importe où le hasard le jette.

» L'hectocotylisation se manifeste dans la première paire de bras chez le genre *Rossia* (Steenstrup). Le bras hectocotylisé possède, du côté externe, une membrane qui s'étend sur les trois quarts de sa longueur. En outre, les tiges de ses ventouses sont très élevées. Entre ces tiges, l'épiderme forme des invaginations profondes, en forme de poches très plissées se dirigeant obliquement vers le côté interne du bras. Les cellules épidermiques qui en tapissent les parois sont toutes transformées en longues

cellules, ayant leur noyau à leur base et possédant un contenu granuleux se colorant fortement par l'hématoxyline. On a ainsi une véritable glande, qui s'étend sur les trois quarts de la longueur du bras du côté interne et dont l'épaisseur est presque égale à celle de la masse musculaire. Cette glande existe dans les deux bras de la *Rossia macrosoma*.

» J'ai pu observer à Banyuls, au mois de mars de cette année, l'accouplement chez l'*Octopus vulgaris*. Un mâle qui avait $1^m,25$ de long étendit son bras hectocotylisé vers une femelle au moins cinq fois plus petite et éloignée de $0^m,25$ environ de l'endroit où il se trouvait. Sans bouger de place et sans que la femelle résistât, il lui introduisit l'extrémité de l'hectocotyle dans la cavité palléale. L'accouplement dura une heure trente-cinq minutes.

» L'examen de la femelle, quatorze heures après l'accouplement, montra que les deux oviductes étaient bourrés de spermatophores. Ils ne pénétraient que jusqu'à la bulle de l'oviducte. Près de l'orifice, les spermatophores avaient encore une membrane; mais, en avant de la bulle, leurs membranes avaient disparu à la suite d'une espèce de dissolution. Les spermatozoïdes étaient simplement englués dans un liquide visqueux. L'examen des spermatophores montra que leur gaine avait disparu et que leur partie dévaginée persistait seule. Ils doivent être déposés près de l'orifice de l'oviducte et, en éclatant, introduire le réservoir spermatique dans le canal. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la rose sismique d'un lieu*. Note de M. **de Montessus**, présentée par M. A. Cornu.

« Déterminer la direction d'un mouvement sismique en un lieu est une question très importante à résoudre, chaque fois qu'un séisme important s'y propage. A cela deux raisons. En effet, de la convergence des directions dans la région où le phénomène s'est le plus vivement fait sentir, se déduit le point, ou mieux l'espace épicentrique, d'où il émane. De la forme de la courbe normale à ces directions passant par les lieux où l'intensité a été, autant qu'on la peut mesurer, sensiblement la même, se déduit l'influence de la nature du terrain et des accidents géologiques, tels que failles, relief, plis synclinaux et anticlinaux, etc., sur la propagation du phénomène, non sur son origine et sa cause, comme beaucoup le croient à tort. D'autre part, on sait que les secousses sont d'autant plus destruc-

tives qu'elles se propagent dans une direction plus voisine de la perpendicularité aux murs principaux des édifices. L'expérience prouvant d'ailleurs que les éléments intensité et fréquence marchent de pair, on est en droit d'en conclure que, connaissant la rose sismique d'un lieu, on pourra en déduire la direction suivant laquelle les choses se produisent le plus souvent, et orienter les murs en conséquence. Ces deux points de vue, le premier théorique, le second surtout pratique, ont donc une grande importance.

» Il a été montré, dans des travaux antérieurs, que la détermination des directions par le sentiment physiologique produit sur l'homme par une secousse donnée est absolument illusoire, et que les appréciations des habitants d'une ville font toujours presque tout le tour de l'horizon, quoique cependant une majorité se forme souvent autour d'un certain azimut. On pouvait espérer qu'il n'en serait pas ainsi dans les nombreux observatoires sismologiques établis actuellement en divers pays, et munis de sismographes enregistreurs. Or il n'en est rien. Et *a priori*, c'était à supposer. En effet, l'ondulation sismique est d'une extrême complexité, témoin les modèles de trajectoires d'un point, déduites des tracés automatiquement enregistrés et d'une façon continue, des trois composantes de son mouvement, exécutés par Sekyia à Tokyo. Il en résulte que la direction n'a d'autre sens que celle de la plus grande dimension de la courbe, plus ou moins ovale, enveloppe des projections horizontales des centaines d'oscillations qui se font dans tous les sens. Il est à présumer que cette direction est celle qu'accuse la majorité des impressions physiologiques perçues dans une même localité. Cette vue théorique est confirmée par l'observation, et c'est à ce titre qu'elle semble mériter l'attention. Si l'on prend, en effet, les observations sismographiques faites à Orizaba de 1887 à 1892, soit six années et 1394 séismes, on trouve qu'au lieu de se distribuer régulièrement, les directions enregistrées se groupent sur les azimuts principaux, quarts et huitièmes de cadran, N. N-E. E. S-E. S. S-W. W. N-W., mais les seizièmes de cadran, N-N-E., E-N-E., ..., présentent des minima extrêmement accentués, comme le montre le Tableau ci-dessous :

N	288	E	58	S	47	W	122
NNE	26	ESE	2	SSW	38	WNW	60
NE	135	SE	19	SW	136	NW	368
ENE	7	SSE	2	WSW	33	NNW	53

» Il faut en conclure, conformément à ce qui a été dit plus haut, que,

les instruments oscillant presque follement, l'observateur saisit malgré lui une direction moyenne, qu'il rapporte inconsciemment au quart ou huitième de cadran le plus rapproché, sans que l'approximation atteigne le seizième, sinon rarement. Il en est de même dans toutes les stations. On peut toutefois déduire graphiquement ou par le calcul la direction la plus fréquente, intéressant particulièrement les constructeurs, en reportant sur chaque quart ou huitième de cadran les moitiés des chiffres correspondant aux seizièmes adjacents. C'est ainsi que, dans l'exemple choisi d'Orizaba, on trouve que la direction dangereuse est celle de N. 31°15′W. Elle passe près du volcan du même nom, fait d'autant plus rationnel que cette montagne est encore en activité; mais cette coïncidence ne se produit pas toujours, ce qui confirme la légitimité de la distinction entre les séismes volcaniques et ceux d'autre origine ou orogéniques. »

La séance est levée à 3 heures trois quarts. M. B.

ERRATA.

(Séance du 12 mars 1894.)

Note de M. *Désiré André*, Sur le triangle des séquences :

Page 578, ligne 7, au dénominateur de la fraction entre parenthèses, *remplacez* le signe + par le signe —.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 AVRIL 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Troost** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Brown-Sequard*, Membre de la Section de Médecine et Chirurgie, décédé à Paris hier 1er avril.

M. le **Président** donne lecture de la dépêche suivante, qu'il vient de recevoir de Rome :

Section de Physiologie du Congrès de Rome adresse à Votre Compagnie l'expression de sa sympathie pour la perte de l'illustre Brown-Sequard.

Signé : Président Foster.

Sur la proposition de M. le Président, l'Académie décide que la séance sera levée, en signe de deuil, immédiatement après le dépouillement de la Correspondance.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Denning* (1894, 26 *mars*), *faites à l'équatorial de la tour de l'Est.* Note de M. **O. Callandreau.**

Dates 1894.	Étoiles.	Grandeurs.	Astre — Étoile. ΔAR.	Astre — Étoile. ΔD.	Nombre de comparaisons.
			m s		
Mars 27...	*a*	8	−1.1,78	+3′.39″,7	12 : 8
28...	*b*	8	−0.2,64	−2.32,8	6 : 8
29...	*c*	7,5	+0.5,42	−6.38,2	8 : 8

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1894.	Étoiles.	AR 1894,0.	Réduction au jour.	Déclinaison 1894,0.	Réduction au jour.	Autorités. Zones de Leyde.
		h m s	s			
Mars 27..	*a* 2095 BD+31°	9.59.31,02	+2,09	+31°.36′. 6″,0	+1″,1	**163** nº 126
28..	*b* 2100 BD+31	10. 2.27,56	+2,09	+31. 6.56,8	−0,8	**172** nº 25, **175** nº 14
29..	*c* 1974 BD+30	10. 5.40,85	+2,08	+30.40.15,9	−0,5	**39** nº 60

Positions apparentes de la comète.

Dates 1894.	Temps moyen de Paris.	AR apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Mars 27....	10.30.46	9.58.31,33	$\bar{1}$,025	+31°.39′.46″,8	0,426
28....	12. 7.26	10. 2.27,01	$\bar{1}$,443	+31. 4.24,8	0,518
29....	10.36.40	10. 5.48,35	$\bar{1}$,069	+30.33.38,2	0,454

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* 1894 AZ (*Courty*, 5 *mars*) *et de la comète Denning, faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux par MM.* G. Rayet *et* L. Picart. Note de M. **G. Rayet.**

Planète AZ (Courty, 5 mars).

Date 1894.	Étoile.	Temps sidéral à Bordeaux.	Δα planète.	ΔD planète.	Observ.
		h m s	m s		
Mars 21.....	1	8.44.29,94	+2.18,14	−11′.38″,61	L. Picart
22.....	2	7.42.45,08	+1.54,30	−15. 6,57	L. Picart
23.....	3	7.42.37,22	+1.30,92	−18.33,24	L. Picart
24.....	4	7.59.45,71	−1.37,34	+15. 9,05	L. Picart
25.....	5	11.58.45,90	−2. 1,15	+11.28,31	G. Rayet
28.....	6	11.10.36,87	−2.53,43	+ 3.24,88	L. Picart

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1894,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1....	A.G.Z., Berlin. Zone 220, n° 53	9.22.38,49	+1,81	65.44. 0,76	−1,18
2....	A.G.Z., Berlin. Zone 220, n° 53	9.22.38,49	+1,80	65.44. 0,76	−1,27
3....	A.G.Z., Berlin. Zone 220, n° 53	9.22.38,49	+1,77	65.44. 0,76	−1,45
4....	Weisse$_2$, H. IX, n° 486-487	9.25.24,82	+1,81	65. 7.12,31	−1,41
5....	Weisse$_2$, H. IX, n° 486-487	9.25.24,82	+1,79	65. 7.12,31	−1,50
6....	Weisse$_2$, H. IX, n° 486-487	9.25.24,28	+1,76	65. 7.12,31	−1,76

Positions apparentes de la planète AZ.

Date 1894.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mars 21....	8.47. 5,7	9.24.58,44	−$\bar{1}$,294	65.32.20,97	−0,484
22....	7.41.35,0	9.24.34,59	−$\bar{1}$,302	65.28.52,92	−0,520
23....	7.37.31,3	9.24.11,18	−$\bar{1}$,302	65.25.26,07	−0,520
24....	7.50.41,1	9.23.49,29	−$\bar{1}$,221	65.22.19,95	−0,507
25....	11.45. 6,2	9.33.25,46	+$\bar{1}$,460	65.18.39,12	−0,560
28....	10.45.17,3	9.22.33,15	+$\bar{1}$,330	65.10.35,43	−0,517

» Ces observations font suite à celle qui a été publiée dans les *Comptes rendus* du 21 mars 1894.

COMÈTE DENNING (26 mars 1894).

Date 1894.	Étoile.	Temps sidéral à Bordeaux.	Δα comète.	Δ℘ comète.	Observ.
		h m s	m s	° ′ ″	
Mars 28......	1	9.40.39,44	+1.52,80	+7.25,37	G. Rayet
29......	2	9.10.59,29	+3. 7,72	+3.51,98	G. Rayet

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1894.

Étoiles	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1....	A.G.Z., Leyde; zones 163 et 286	10.0. 9,99	+2,08	58.44.39,72	−0,96
2....	A.G.Z., Leyde; zones 288 et 406	10.2.24,14	+2,06	59.20. 9,24	−0,76

Positions apparentes de la comète Denning.

Date 1894.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mars 28.....	9.15.34,6	10.2. 4,87	−$\bar{2}$,651	58.52. 4,13	−0,298
29.....	8.42. 3,4	10.5.33,92	−$\bar{1}$,064	59.24. 0,46	−0,352

» La comète est facilement visible dans le grand équatorial; elle paraît avoir un noyau de 13^e à 14^e grandeur, avec une faible chevelure. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Dyrion** soumet au jugement de l'Académie, par l'entremise de M. Maurice Lévy, trois Mémoires « Sur les mouvements tourbillonnaires » et une Brochure « Sur le mécanisme de la fontaine de Vaucluse ».

(Commissaires : MM. Boussinesq, Maurice Lévy, Sarrau.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète a 1894 (Denning, mars 26), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*, par M. **G. Bigourdan**. Communiquées par M. Tisserand.

Dates 1894.		Étoiles.	Gr.	Comète — Étoile. ΔR.	Comète — Étoile. ΔDécl.	Nombre de compar.
Mars 27	a	Anonyme	10,5	m s −0. 6,02	+2.14,7	12:12
27	b	2095 BD+31	8	−0.36,88	−0.15,0	4:4
28	c	2100 BD+31	8	−0.35,34	+2.37,6	8:8
28	c	2100 BD+31	8	+0. 7,93	−4.10,3	8:8
29	d	1974 BD+30	7,5	−0.14,50	−3.30,7	8:8
31	e	2030 BD+29	7,8	−2.17,64	+2.43,2	21:14

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1894.	Étoiles.	Ascension droite moy. 1894,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1894,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Mars 27....	a	h m s 9.58.18,42	s +2,09	+31°.40′. 1″,6	+1″,1	Rapportée à b
27....	b	9.59.31,02	+2,09	+31.36. 6,0	+1,1	Zones Leyde (163$_{126}$)
28....	c	10. 2.27,56	+2,09	+31. 6.56,8	+0,8	Zones Leyde (172$_{25}$, 175$_{14}$)
28....	c	10. 2.27,56	+2,09	+31. 6.56,8	+0,8	Zones Leyde (172$_{25}$, 175$_{14}$)
29....	d	10. 5.40,85	+2,08	+30.40.15,9	+0,5	Zones Leyde (39$_{60}$)
31....	e	10.14.39,09	+2,07	+29.28.31,6	−0,2	Paris (12654)

Positions apparentes de la comète.

Dates 1894.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log fact. parallaxe.
Mars 27...	8h39m39s	9h58m14s,49	$\bar{1}$,056$_n$	+31°42′17″,4	0,427
27...	13.15.56	9.58.56,23	$\bar{1}$,571	+31.35.52,1	0,589
28...	8.26. 6	10. 1.54,31	$\bar{1}$,141$_n$	+31. 9.35,2	0,447
28...	13.20. 6	10. 2.37,58	$\bar{1}$,576	+31. 2.47,3	0,601
29...	8.18.31	10. 5.28,43	$\bar{1}$,180$_n$	+30.36.45,7	0,463
31...	8.20.26	10.12.24,52	$\bar{1}$,159$_n$	+29.31.14,6	0,484

» *Remarques.* — 1894 mars 27. La comète présente l'éclat d'une nébuleuse de la classe II; sa tête, de 15″ environ de diamètre, est plus brillante au centre, où se trouve un noyau assez fortement stellaire de grandeur 11-12; elle a une queue assez faible, plus large que le noyau et qu'on aperçoit en ce moment ($9^h 57^m$ t. sid) sur une longueur de 1′,5; mais précédemment, quand la comète était moins voisine de l'étoile de comparaison, elle paraissait plus longue. En outre, cette queue n'a pas la direction ordinaire; elle est dirigée vers $p = 159°$ et est approximativement perpendiculaire à la direction apparente qui va de la comète au Soleil. La direction de la queue ne peut d'ailleurs être déterminée avec précision.

» Mars 28. La comète paraît avoir baissé notablement d'éclat, mais présente le même aspect que la veille. La queue, de 2′ de long et de 1′ de large en moyenne, est dirigée vers $p = 149°$.

» Mars 29. Même aspect que les jours précédents; queue de 2′ de long dirigée vers $p = 139°$.

» Mars 31. Queue un peu moins visible que les jours précédents; longueur : 2′,5; direction : $p = 160°$.

» L'observation du 31 mars a été faite par passages, tandis que dans toutes les autres on a mesuré l'angle de position p et la distance d; puis, au moyen de p et d, on a calculé les différences d'ascension droite et de déclinaison données ci-dessus.

» Dans le cas actuel, ces deux modes de détermination de la comète peuvent donner naissance à des différences systématiques, à cause de la dissymétrie de l'astre, dont la tête est fort petite. En bissectant cette tête avec un gros fil, on a remarqué, en effet, une tendance à placer le fil, non sur le noyau exactement, mais à le porter du côté de la queue; dans les mesures de p et d, qui se font en quelque sorte à loisir, on a pu corriger cette tendance; mais on ne peut affirmer qu'il en soit de même dans les observations par passages, faites nécessairement d'une manière plus rapide. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Denning* (1894 *mars* 26), *faites à l'observatoire de Toulouse* (*équatorial Brunner*), par MM. E. **Cosserat** et F. **Rossard**. Transmises par M. Tisserand.

Dates 1894.	Observ.	Étoiles de compar.	Comète — Étoile Æ.	Comète — Étoile Décl.	Nombre de compar.
			m s		
Mars 28....	C	*a* 2100 BD + 31°	−0.11,57	− 0′.53″,9	18:20
28....	R	*b* 2109 BD + 31	−4.15,82	+11.23,3	12:20
29....	C	*c* 1974 BD + 30	−0. 2,21	− 5.31,0	18:20
29....	R	*c* 1974 BD + 30	+0. 5,88	− 6.46,3	12:20

Positions des étoiles de comparaison.

Dates.	Étoile de comp.	Ascens. droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s			
Mars 28...	*a*	10. 2.27,55	+2,08	+31°. 6′.56″,8	+0″,8	AG Leyde Z. 172.175.
28...	*b*	10. 6.39,65	+2,10	+30.53.13,1	+0,4	AG Leyde Z. 39.
29...	*c*	10. 5.40,98	+2,08	+30.40.16,6	+0,5	$\frac{1}{3}[\frac{1}{2}(52+53)$ W$_2$, H. 10 + 2 AG Leyde Z. 37.39].

Positions apparentes de la comète.

Dates.	Obs.	Temps moyen de Toulouse.	Asc. droite apparente.	Log fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log fact. parall.
		h m s	h m s			
Mars 28	C	10.58.30	10. 2.18,06	$\bar{1}$,241	+31°. 6′. 3″,7	0,320
28	R	11.53.37	10. 2.25,93	$\bar{1}$,444	+31. 4.36,8	0,391
29	C	9.39. 4	10. 5.40,85	$\bar{3}$,724	+30.34.46,1	0,274
29	R	10.31.35	10. 5.48,94	$\bar{1}$,079	+30.33.30,8	0,322

ASTRONOMIE. — *Éléments paraboliques de la comète Denning* (26 *mars* 1894). Note de M. L. **Schulhof**, présentée par M. Tisserand.

« Les éléments suivants de la nouvelle comète sont basés sur des observations du 27 (deux observations de M. Bigourdan, une de M. Schorr), du 29 (une observation de M. Callandreau, une de M. Bigourdan) et du 31 mars (observation de M. Bigourdan). Nous avons dû employer la mé-

thode d'Oppolzer, celle d'Olbers n'étant pas avantageuse dans notre cas.

T = 1894 février 13,20392, temps moyen de Paris.

π.........	132°.14′.31″,6	Équ. et écl. moy. de 1894,0
☊........	75.51.46,1	
i.........	6.31.14,0	
$\log q$......	0,084720	

» La représentation du second lieu laisse subsister les écarts : $\Delta\alpha = -0'',8$, $\Delta\beta = -1'',9$.

» Ces éléments sont encore bien incertains, en raison de l'intervalle trop petit entre les observations extrêmes et du faible mouvement de la comète.

» La comète est probablement périodique. Les éléments précédents ressemblent aux éléments extrêmement incertains des comètes de 1231 et 1746 (Kindermann). »

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur le mouvement d'un système de forme variable.* Note de M. L. Picart, présentée par M. Tisserand.

« Considérons le système formé par un corps solide de révolution composé de couches concentriques homogènes, et un point matériel P mobile relativement au solide.

» Les équations qui définissent le mouvement de ce système autour de son centre de gravité G sont données dans le Tome II du *Traité de Mécanique céleste* de M. Tisserand (Chapitre XXX, p. 508, équations 16).

» Nous supposerons que la résultante des forces extérieures passe par le centre de gravité G.

» Pour calculer la rotation moyenne ϖ, χ, ρ qui figure dans ces équations, on peut opérer de la façon suivante : soient p_1, q_1, x_1 les projections sur les axes principaux d'inertie de la rotation qu'aurait le système, à l'instant considéré, s'il était tout entier solide; f, g, h les projections sur les mêmes axes de l'axe du couple des quantités de mouvement dû au déplacement que prend le système entier par suite du mouvement relatif du point P. On a

$$\varpi = p_1 + \frac{f}{A}, \qquad \chi = q_1 + \frac{g}{B}, \qquad \rho = x_1 + \frac{h}{C}.$$

» Nous diviserons le problème en trois :

» Premier cas. — *Le point* P *a sa vitesse relative dirigée vers le centre* O *du solide.* On a alors

$$f = g = h = 0.$$

» Soient

M la masse du solide;
m celle du point P;
R, θ, φ les coordonnées de P relativement au solide.

» Si l'on pose

$$S = \frac{M m R^2}{M + m},$$

la rotation p, q, r des axes principaux sera donnée par les formules

$$p = p_1, \qquad q = q_1 - \frac{1}{2}\frac{(C_1 - A_1)\sin^2\varphi}{(C_1 - A_1)^2 + S^2 + 2S(C_1 - A_1)\cos 2\varphi}\frac{dS}{dt}, \qquad r = r_1,$$

où A_1 et C_1 sont les moments d'inertie principaux du solide.

» q_1 est égal à q : 1° si le point P se meut sur l'axe de révolution du solide; les équations qu'on trouve alors sont un cas particulier de celles qu'a intégrées Liouville; 2° si le point P se déplace dans le plan de l'équateur. Les équations sont alors

$$A_1\frac{dp}{dt} + (C_1 - A_1)qr = 0,$$
$$A_1\frac{dq}{dt} - (C_1 - A_1)rp = -\frac{d(Sq)}{dt} + Spr,$$
$$C_1\frac{dr}{dt} = -\frac{d(Sr)}{dt} + Spq.$$

» Elles admettent une solution telle que p et q restent très petits, r variant très peu. En première approximation, on a

$$r = n - \frac{n(S - S_0)}{C_1}.$$

» L'effet d'un tel déplacement sur un solide tournant autour d'un axe fixe est donc une variation dans la durée de révolution, sans déplacement sensible de l'axe de rotation.

» Deuxième cas. — *Le point* P *tourne autour de l'axe* Oz_1 *de révolution*

du solide. Le mouvement additionnel, après la rotation p_1, q_1, x_1, est une rotation de tout le système autour d'un axe Oz parallèle à Oz_1. Les axes principaux subissent la même rotation. On a donc

$$\sigma = p, \qquad \chi = q, \qquad \rho = r.$$

» Enfin les moments d'inertie principaux demeurent invariables. Les équations du mouvement sont donc les mêmes que pour un corps solide.

» Le même fait se produit si, au lieu d'un seul point P, il y en a plusieurs qui tournent autour de Oz, avec une vitesse commune.

» Par conséquent, *si un solide de révolution est recouvert d'une protubérance qui tourne autour de son axe, le mouvement des axes principaux du système sera de même nature que s'il était tout entier solide.*

» Troisième cas. — *Le point tourne autour d'un axe* Oy *situé dans l'équateur du solide.* Soit $\frac{d\varphi}{dt}$ la vitesse de rotation; on aura

$$\sigma = p_1, \qquad \chi = q_1 - \frac{d\varphi}{dt}, \qquad \rho = r_1,$$

$$p = p_1, \qquad q = q_1 - \lambda\frac{d\varphi}{dt}, \qquad r = r_1,$$

où

$$\lambda = \frac{(C_1 - A_1)\,S\cos 2\varphi + S^2}{(C_1 - A_1)^2 + 2S(C_1 - A_1)\cos 2\varphi + S^2}.$$

» En supposant $\frac{d\varphi}{dt}$ constant, et S très petit, les équations du mouvement admettent une solution où p_1, q_1, r_1 ont des valeurs très voisines des suivantes :

$$p_1 = 0, \qquad q_1 = -\frac{A}{C-A}\frac{d\varphi}{dt}, \qquad r_1 = n;$$

les différences entre les deux systèmes de valeur contenant en facteur l'expression $\frac{S\frac{d\varphi}{dt}}{A(C-A)}$.

» Si donc l'on suppose $\frac{d\varphi}{dt}$ très petit, la rotation p_1, q_1, r_1 a une direction et une grandeur constante relativement aux axes principaux. Il en est de même de la rotation p, q, r des axes principaux, puisque la différence entre q et q_1 est de l'ordre $\frac{S\frac{d\varphi}{dt}}{C-A}$. Donc la rotation des axes principaux

aura une direction et une grandeur sensiblement constantes par rapport à ces axes et, par conséquent, dans l'espace. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur le premier invariant différentiel projectif des congruences rectilignes.* Note de M. **Émile Waelsch**, présentée par M. Darboux.

« Dans des Notes récentes [1], MM. Demoulin et Cosserat viennent de publier plusieurs résultats se rapportant aux congruences rectilignes. On peut généraliser ces derniers en prenant comme point de départ la théorie des invariants différentiels des congruences pour le groupe projectif.

» On peut arriver à l'invariant du deuxième ordre d'une congruence pour ce groupe de la manière suivante [2]. Soient M et M′ les deux points focaux d'un groupe G de la congruence, P et P′ les plans focaux de ce rayon; ils sont tangents à la surface focale respectivement aux points M et M′. On considère maintenant le faisceau des rayons qui passent par le point M et qui sont situés dans le plan P′. A chaque point de la surface focale correspond ainsi un faisceau; les faisceaux correspondants aux points voisins de M se trouvent dans un *complexe linéaire* C, qu'ils déterminent. Pour le point M′, on trouve par le même procédé le complexe linéaire C′.

» *Ces deux complexes* C *et* C′ *ont un rapport anharmonique* δ, *qui est le seul invariant différentiel du deuxième ordre de la congruence pour le groupe projectif.*

» On peut définir cet invariant d'une autre manière. La surface focale de la congruence a deux tangentes asymptotiques au point M et également deux au point M′. On a alors quatre rayons de la congruence voisins du rayon g et pour lesquels un des points focaux se trouve sur une de ces tangentes asymptotiques. Ces quatre rayons, éléments de la multiplicité des rayons voisins du rayon g, ont un rapport anharmonique δ'. Entre δ et δ', on a la relation suivante

$$\left(\frac{\delta-1}{\delta+1}\right)^2+\left(\frac{\delta'-1}{\delta'+1}\right)^2=1.$$

---

(1) Voir les séances du 29 janvier et du 12 février.

(2) Voir mon travail : *Zur Infinitesimalgeometrie der Strahlencongruenzen* (*Sitzungsber. der k. Akad. zu Wien*, t. C; 1891).

» Si $\delta = 1$, les deux complexes C et C′ se confondent; alors $\delta' = 0$, et les asymptotiques de la surface focale se correspondent.

» Si $\delta = -1$, on a $\delta' = -1$, et les tangentes asymptotiques d'un point focal correspondent à deux tangentes conjuguées de l'autre.

» Il existe des congruences pour lesquelles l'invariant δ est constant pour tous les rayons. Il prend la valeur 1 pour les congruences de Ribaucour. Pour la congruence desmique du deuxième ordre et de la sixième classe, il a la valeur neuf.

» *Cet invariant projectif s'exprime simplement par des invariants différentiels pour le groupe de mouvement.* Si D est la distance de deux points limites du rayon g, et si R_1, R_2; R'_1, R'_2 sont les rayons de courbure principale de la surface focale aux points focaux M et M′, on trouve *la relation* suivante [1] :

$$\delta = \frac{R_1 R_2 R'_1 R'_2}{D^4}.$$

» Cette relation donne pour $\delta = 1$ la propriété des congruences de Ribaucour, trouvée par M. Demoulin, et ces congruences étant caractérisées par $\delta = 1$, on trouve aussi le théorème inverse de M. Cosserat.

» Mais pour $\delta = -1$ on trouve que la relation

$$-1 = \frac{R_1 R_2 R'_1 R'_2}{D^4}$$

a lieu *non seulement* pour un rayon de la congruence pour laquelle les tangentes asymptotiques du point M correspondent aux tangentes principales du point M′, *mais encore lorsque les tangentes asymptotiques de* M *correspondent à des tangentes conjuguées de* M′. Le théorème inverse est aussi exact; car, cette relation étant satisfaite, on a $\delta = -1$, et les asymptotes correspondent à des tangentes conjuguées.

» Pour une congruence formée des normales d'une surface on trouve dans le travail cité la relation

$$\delta = \frac{R_1 R_2 R'_1 R'_2}{d^4},$$

où d (ici égal à D) est la distance des deux centres de courbure principale

---

(1) Le rapport anharmonique de deux complexes linéaires peut prendre les deux valeurs δ et $\frac{1}{\delta}$; je désire remarquer que, d'après la relation donnée, l'invariant métrique *rationnel* $\frac{R_1 R_2 R'_1 R'_2}{D^4}$ est égal à une valeur de cet invariant projectif *irrationnel*.

de la normale. Cette formule généralise la relation bien connue de Halphen, car, pour les surfaces de Weingarten, l'invariant δ est égal à 1. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Distribution des déformations dans les métaux soumis à des efforts.* Note de M. L. **Hartmann**, présentée par M. H. Resal.

« Dans la Note présentée à l'Académie dans la séance du 5 mars, j'ai fait connaître les lois suivant lesquelles s'opère la déformation des corps soumis à des efforts statiques supérieurs à leur limite d'élasticité.

» Il résulte d'une nouvelle série d'expériences que ces mêmes lois sont applicables au cas des percussions. L'indépendance des lois de la distribution des déformations et de la vitesse de transmission des efforts a été vérifiée principalement pour la compression, la flexion et l'emboutissage; dans ce dernier cas, on a pu opérer avec la vitesse de 600^m par seconde. La seule influence de la vitesse de l'effort est que les déformations intéressent une surface d'autant moins étendue que cette vitesse est plus grande.

» Je crois utile de rappeler, à cette occasion, que le procédé d'investigation dont je me suis servi ne consiste nullement dans l'attaque des métaux par les acides, comme le dit par erreur M. Osmond dans la Note qu'il a présentée à la séance du 19 mars. J'ai indiqué explicitement, dans ma Communication du 5 mars, que ce procédé était entièrement mécanique. Il ne comporte ni l'usage d'agents chimiques, ni l'emploi du microscope, comme l'Académie a pu s'en rendre compte au seul examen des divers échantillons qui lui ont été soumis.

» Il n'existe donc aucun point de contact entre les recherches de M. Osmond et les miennes, en ce qui concerne soit la méthode d'investigation employée, soit l'ensemble des lois que cette méthode a permis de mettre en évidence relativement à la distribution des déformations dans les métaux soumis à des efforts. »

CHIMIE. — *Action de l'eau sur le phosphate bicalcique.* Note de MM. A. **Joly** et E. **Sorel**, présentée par M. Troost.

« On sait que les phosphates mono ou bimétalliques, autres que les sels alcalins, tendent toujours à se transformer, en présence de l'eau, en un sel plus basique. Plusieurs cas peuvent se présenter :

» 1° Le sel mono et le sel bimétallique se transforment tous deux, à froid,

en présence de l'eau, en sel trimétallique; c'est le cas du phosphate d'argent;

» 2° Le sel monométallique se transforme seul en présence de l'eau froide en sel bimétallique; celui-ci, stable dans ces conditions, n'éprouve plus de transformation nouvelle; c'est le cas des phosphates alcalino-terreux. Mais la transformation du sel bimétallique en sel trimétallique devient possible si l'on opère à 100°, ou à une température plus élevée, en tube scellé. Ces réactions peuvent se compliquer encore par le changement, au sein de l'eau, du précipité bimétallique en un autre de même composition, mais dont l'état d'hydratation est différent; c'est là précisément le cas du phosphate bicalcique cristallisé $(PO^4)^2H^2Ca^2 + 4H^2O$ qui, chauffé à 100° en présence de l'eau, peut donner, soit un sel tricalcique amorphe, soit un bicalcique anhydre et cristallisé. Chacune de ces réactions est la résultante de deux réactions inverses qui se limitent et qui sont fonction de la quantité d'eau employée; en se superposant, elles peuvent donner lieu à des mélanges ou à des phosphates intermédiaires par leur composition entre le sel bicalcique et le sel tricalcique. Beaucoup de ces phosphates intermédiaires ont été décrits, mais la plupart ne sont que des mélanges, comme il est facile de s'en assurer lorsqu'on suit pas à pas le passage du sel bicalcique au sel tricalcique, en faisant varier les proportions des substances réagissantes, et lorsqu'on joint à l'analyse du produit solide de la réaction l'examen microscopique dans la lumière polarisée. C'est ce travail que nous avons effectué sur le phosphate bicalcique maintenu toujours à une même température, qui est la température d'ébullition de l'eau.

» I. Projetés dans l'eau bouillante les cristaux du phosphate bicalcique hydraté se dévitrifient rapidement et la liqueur, *acide* au tournesol, *neutre* au méthyl-orange, contient un phosphate monométallique. Si on isole le dépôt, alors que, à l'examen microscopique, toute trace de cristallisation a disparu, l'analyse montre qu'il est formé d'un sel tricalcique à peu près pur; on obtient un produit *amorphe* dont la composition est celle d'un phosphate tricalcique en renouvelant deux ou trois fois l'action de l'eau bouillante.

» Phosphate bicalcique hydraté, 10gr par litre d'eau : rapport de la chaux à l'acide phosphorique du produit *amorphe* de la transformation, au bout de quelques minutes d'ébullition : 2,86; au bout d'une heure et demie (produit en partie *cristallin*) : 2,50; l'eau est renouvelée trois fois et le même rapport devient successivement 2,57-2,87-3,00. Le produit final est amorphe; séché à la température ordinaire, au-dessus de l'acide sulfurique, sa composition est

$$(PO^4)^2Ca^3 + \tfrac{1}{2}H^2O.$$

» II. Si l'on maintient l'ébullition, la masse d'eau réagissante restant constante, alors que la transformation du bicalcique cristallisé en une matière amorphe a été constatée, une seconde réaction a lieu entre la liqueur et le précipité; on voit apparaître de petits cristaux, à l'examen microscopique. Très lente, si les poids du phosphate bicalcique sont inférieurs à 10 pour 1000 d'eau, la transformation s'accélère pour des poids de sel compris entre 10 et 500 pour 1000; dans tous les cas, elle paraît complète au bout de trois heures.

» 1° *Le poids du sel bicalcique est inférieur à* 10^{gr} *par litre.*

» L'analyse du produit final donne :

Poids du sel.........	5	6,5	8
$CaO : P^2O^5$.........	2,73	2,74	2,79

» A l'examen microscopique on a un mélange d'une matière amorphe et d'un produit cristallisé. Nous laisserons de côté pour le moment les conclusions à tirer de ce premier groupe d'expériences.

» 2° *Le poids du sel bicalcique est supérieur à* 10^{gr} *par litre.*

» Dans le produit final, le rapport de la chaux à l'acide phosphorique descend brusquement quand le rapport du poids du sel au poids de l'eau passe de 8 à 10 pour 1000 :

Poids du sel.	10	12,5	15	20	25	30	40	85	500
$CaO : P^2O^5$..	2,30	2,22	2,22	2,18	2,19	2,13	2,10	2,09	2,09

» Pour 10^{gr}, le produit est encore un mélange; pour 12^{gr},5 et 15^{gr}, la cristallisation est totale et semble caractériser un phosphate intermédiaire

$$(PO^4)^2Ca^3 + 4(PO^4)^2H^2Ca^2 + 2H^2O.$$

» Pour des concentrations plus élevées, les cristaux de cette substance [1] sont mélangés de cristaux de bicalcique anhydre.

» On voit que la transformation du bicalcique hydraté en bicalcique anhydre, lorsqu'on le chauffe dans l'eau bouillante, est due à une réaction chimique qui s'effectue en deux temps et dans laquelle le phosphate tricalcique amorphe sert d'intermédiaire. La transformation intégrale n'est pas toujours possible : elle n'est complète et rapide que si elle se produit dans un milieu acide; nous n'avons jamais obtenu ce sel avec sa composition exacte qu'en précipitant par le chlorure de calcium la solution bouillante d'un mélange de phosphate disodique et de phosphate monosodique.

---

[1] Le dosage de l'eau dans les phosphates alcalino-terreux présente des difficultés sur lesquelles nous nous proposons d'insister ultérieurement.

» De même, pour obtenir le phosphate bicalcique hydraté pur, il est nécessaire d'opérer dans un milieu acide. La formation de ce sel par double décomposition entre le chlorure de calcium et le phosphate bisodique s'effectue en deux temps : on a tout d'abord un phosphate tricalcique gélatineux et une liqueur acide au tournesol et au méthyl-orange; puis, par réaction chimique entre le corps solide et le contenu de la liqueur, le phosphate tricalcique se change en bicalcique cristallisé d'autant plus rapidement que les liqueurs sont plus concentrées; la transformation n'est d'ailleurs complète, pratiquement, que si l'on augmente l'acidité du milieu par une addition d'acide phosphorique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la coloration bleue que prend la leuco-auramine au contact des acides.* Note de M. **A. Rosenstiehl**, présentée par M. Friedel.

« J'ai montré récemment (¹) que, dans les dérivés du triphénylcarbinol, la coloration apparaît quand il y a dans la molécule deux radicaux de fonctions chimiques opposées. L'un de ces radicaux est soudé au carbone méthanique; l'autre est placé en para dans deux des trois groupes phényliques. Cette conclusion est d'accord avec la grande généralité des faits connus. Il y a cependant une exception à signaler, et c'est l'étude expérimentale de cette exception qui fait l'objet de la présente Note.

» 1. En étudiant la leuco-auramine, M. Graebe (²) a observé que, sous l'action des acides, elle se colorait en un bleu, fugace avec l'acide chlorhydrique, stable, au contraire, avec l'acide acétique cristallisé.

» Pour expliquer cette réaction, dont il n'a pas d'ailleurs analysé les produits, il a admis que la leuco-auramine existe sous deux modifications, possédant chacune une constitution distincte qu'il a figurée par les deux formules suivantes :

$$\begin{matrix}(H^2Az) \\ H\end{matrix}\!\!\!>C<\!\!\!\begin{matrix}C^6H^4.Az.(CH^3)^2 \\ C^6H^4.Az.(CH^3)^2\end{matrix}$$

Forme incolore.

$$(H^2Az)-C\begin{matrix}\diagup C^6H^4.Az\begin{matrix}\diagup H \\ \diagdown (CH^3)^2\end{matrix} \\ \diagdown C^6H^4Az.(CH^3)^2\end{matrix}$$

Forme bleue de la leuco-auramine.

(¹) *Bulletin de la Soc. chim. de Paris,* t. XI-XII, p. 213.

(²) *Deut. chem. Ges.,* t. XX, p. 3261.

» Le fait d'un leuco-dérivé, prenant une coloration par l'action des acides, est si insolite, qu'il appelle l'attention.

» 2. Je fais remarquer que les colorations observées par M. Graebe se retrouvent, avec les mêmes particularités, quand on traite par les acides le benzhydrol diamidé tétraméthylé.

» Les deux corps présentent, d'ailleurs, une analogie de constitution, qui ressort de la comparaison de leurs formules, dans lesquelles je figure le groupe — $C^6H^4.Az.(CH^3)^2$ par A, car il ne subit dans ce qui va suivre aucune métamorphose :

$$\underbrace{A^2 = C\begin{cases} AzH^2 \\ H \end{cases}}_{\text{Leuco-auramine.}} \quad \text{et} \quad \underbrace{A^2 = C\begin{cases} OH \\ H \end{cases}}_{\text{Benzhydrol diamidé tétraméthylé.}}$$

le groupe AzH^2 de la première formule étant remplacé, dans la deuxième, par OH.

» 3. La leuco-auramine, préparée d'après les indications de M. Graebe, est traitée par un excès d'acide chlorhydrique étendu, et la dissolution, après un séjour de trente minutes au bain-marie, est rendue alcaline par la soude caustique. Il se forme un précipité cristallin incolore, renfermant 90 pour 100 de benzhydrol diamidé tétraméthylé et 10 pour 100 de leuco-auramine échappée.

» Il n'est pas utile de prolonger l'action de l'acide jusqu'à transformation totale, et il est indispensable d'employer une quantité d'acide telle que le liquide ne soit pas coloré en bleu, mais soit verdâtre ou incolore.

» 4. En présence d'une quantité insuffisante d'acide, le benzhydrol lui-même subit une transformation sur laquelle je reviendrai dans un autre travail. Qu'il soit dit ici que le produit principal de cette décomposition est $A^3 \equiv C - H$, la leucobase du violet de Paris hexaméthylé.

» Elle a été caractérisée par sa forme cristalline, ses solubilités, son point de fusion, son analyse élémentaire, et sa transformation en violet hexaméthylé.

» 5. Pour purifier l'hydrol, on le fait recristalliser deux fois dans l'éther. Séché dans le vide, sa composition centésimale correspond à $C^{17}H^{22}Az^2O$.

» Point de fusion (96°-98°), forme cristalline (¹), propriétés tinctoriales, solubilités, montrent son identité avec le benzhydrol diamidé tétraméthylé obtenu en traitant la cétone correspondante $A^2 = C = O$ par l'amalgame de sodium.

(¹) *Deut. chem. Ges.* (Nathanson et Müller), t. XXII, p. 1879.

» 6. L'équation qui lui donne naissance est simple, et elle se réalise avec netteté.

$$A^2 = C\begin{matrix}\diagup AzH^2\\ \diagdown H\end{matrix} + 4ClH = (ClH.A)^2 = C\begin{matrix}\diagup Cl\\ \diagdown H\end{matrix} + AzH^4Cl.$$

» *Rendements :* 21gr de leuco-auramine ont donné 19gr d'un précipité renfermant 17gr,1 d'hydrol pur et 1gr,9 de leuco-auramine non transformée. En outre, on a obtenu 1gr,19 d'ammoniaque, ce qui correspond à 18gr,8 de leuco-auramine transformée et à 1gr,9 de leuco-auramine échappée.

» En résumé, il n'existe pas de leuco-auramine sous forme de combinaison bleue. Le corps que M. Graebe a considéré comme tel est le benzhydrol diamidé tétraméthylé $A^2 = C\begin{matrix}\diagup OH\\ \diagdown H\end{matrix}$, dont la chlorhydrine

$$[(CH^3)^2Az.C^6H^4]^2 = C\begin{matrix}\diagup Cl\\ \diagdown H\end{matrix}$$

possède une riche coloration bleue, et qui rentre dans le cas général dont il est parlé au début de cette Note. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la fixation de l'iode par l'amidon.* Note de M. E.-G. Rouvier.

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, numéro du 2 octobre 1893, p. 461), j'ai indiqué que, si l'on ajoute à de l'amidon dissous dans l'eau de l'iode en excès, mais en quantité insuffisante pour qu'il se forme le produit $(C^6H^{10}O^5)^{16}I^5$, la quantité d'iode fixée croît, d'une manière générale, en même temps que la quantité d'iode ajoutée. Je me suis proposé de préciser la marche de ce phénomène, et j'ai obtenu les résultats suivants :

» A une même augmentation dans la quantité d'iode ajoutée, correspond une augmentation de plus en plus faible dans la quantité d'iode fixée, au fur et à mesure que la teneur centésimale en iode du produit obtenu devient de plus en plus forte. Lorsque cette teneur est comprise entre 13 pour 100 et 17,5 pour 100 environ, la quantité d'iode fixée est sensiblement proportionnelle à la racine cubique de la quantité d'iode ajoutée.

» Au-dessous de la teneur 13 pour 100, la quantité d'iode fixée croît d'une manière plus rapide; elle croît, au contraire, avec beaucoup plus de lenteur lorsque l'on a dépassé la teneur 17,5 pour 100 environ.

» Voici les résultats d'une des nombreuses séries d'expériences que j'ai faites à ce sujet.

» La quantité d'amidon traitée était, dans chaque expérience, de $0^{gr},046$. Le mélange avait un volume total de 200^{cc} et contenait toujours 50^{cc} d'une solution saturée de chlorure de sodium :

	Quantité d'iode ajoutée.	Quantité d'iode fixée.	Teneur centésimale pour 100.	Quantité calculée en partant du n° 2.
	gr	gr		
1.......	0,016	0,0063	12,04	0,00673
2.......	0,024	0,0077	14,33	»
3.......	0,032	0,0084	15,44	0,00839
4.......	0,040	0,0091	16,51	0,00916
5.......	0,048	0,0096	17,26	0,00970
6.......	0,064	0,0101	18,00	0,0106
7.......	0,080	0,0105	18,58	0,0144

» J'ai déjà constaté que l'amidon de riz se comporte exactement comme l'amidon de blé. L'amidon de pomme de terre paraîtrait fixer, en présence d'un grand excès d'iode, une quantité de ce corps inférieure à celle que fixe l'amidon de blé. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Maladie de la* Toile, *produite par le* Botrytis cinerea. Note de MM. **Prillieux** et **Delacroix**, présentée par M. Duchartre.

« Dans les environs de Fontainebleau et particulièrement dans le territoire des Basses-Loges, entre le chemin de fer et la Seine, les jardins ont été ravagés par une maladie qui attaque un grand nombre de plantes de culture maraîchère, aussi bien que les plantes d'ornement, et dont la nature et la cause étaient inconnues des horticulteurs qui nous l'ont signalée l'an dernier. Nous avons pu l'observer sur place aux Basses-Loges, puis en poursuivre l'étude dans le laboratoire de Pathologie végétale.

» Les plantes, dans les terrains infectés, dépérissaient sans que leurs organes extérieurs parussent attaqués, mais on pouvait constater qu'au voisinage du collet, leurs racines étaient entourées d'un fin réseau de filaments extrêmement déliés, d'une véritable *toile* qui les réunissait entre elles, enlaçant en même temps en une seule masse de nombreuses particules de terre.

» La plante ainsi envahie languit, ses feuilles jaunissent, se fanent, puis

noircissent, et elle finit bientôt par se putréfier complètement. Elle se couvre alors de fructifications de *Botrytis cinerea* qui est véritablement le parasite qui, à l'état stérile, forme la *toile* qui a pénétré dans son collet et ses parties souterraines et l'a tuée.

» Le *Botrytis cinerea* attaque, sous cette forme de *toile*, un grand nombre de plantes en pleine terre, mais il sévit avec une intensité incomparablement plus grande dans les serres à multiplication. Les semis de *Begonia* et d'*Alternanthera*, les Laitues, les *Echeveria* étaient particulièrement atteints aux Basses-Loges.

» Cultivés sur des tranches de pomme de terre imprégnées de jus de pruneau, les filaments de mycélium entourant les racines des plantes infectées ont produit d'abord des fructifications de *Botrytis*, puis une quantité de petits sclérotes. Sur des carottes, ils ont formé une plaque de ouate blanche qui a donné aussi en abondance des conidiophores et des sclérotes.

» Il paraît bien établi que le *Botrytis cinerea* est la forme conidienne d'une Pézize à sclérotes, le *Sclerotinia Fuckeliana*, dont les sclérotes peuvent produire aussi bien des conidiophores de *Botrytis cinerea* que des apothécies de Pézize.

» Bien que l'on considère d'ordinaire le *Botrytis cinerea* comme une Mucédinée saprophyte fort répandue, mais point dangereuse, on sait déjà, cependant, qu'il peut envahir les végétaux vivants. Très commun sur la Vigne, il se développe souvent sur les raisins mûrissants, mais sans causer de dommage. Dans les vignes blanches de Sauterne, comme sur les bords du Rhin, on lui attribue même une action favorable à la maturation des grappes et à la qualité de la récolte. M. Viala l'a vu pénétrer dans les plaies des greffes-boutures, y former des sclérotes et en empêcher la reprise. Dans les serres à raisins du Nord, il peut envahir les feuilles jeunes et en voie de croissance et en causer la déformation et la pourriture.

» En 1888, il a produit, dans le Jura, une véritable épidémie sur la grande Gentiane.

» Il est probable que l'on devra reconnaître que le *Botrytis cinerea* est la cause de beaucoup de pertes de plantes dont les horticulteurs ont à souffrir. Récemment, un horticulteur d'Arcueil a apporté au laboratoire de Pathologie végétale des Rosiers atteints d'un mal qui fait, dans ses cultures, de grands ravages; les feuilles, les rameaux se dessèchent, et les boutons tombent à demi formés. Il nous a été facile de constater sur les feuilles mourantes et sur les pousses tuées de ces Rosiers de nombreuses fructifica-

tions de *Botrytis cinerea*. Les Giroflées étaient attaquées de même, et sur elles, les dégâts causés par le parasite n'étaient pas moindres.

» On doit donc considérer le *Botrytis cinerea* comme un ennemi fort redoutable de l'horticulture. Il est permis d'espérer qu'on pourra le combattre efficacement par les traitements cupriques. Dans les vignobles de Sauterne, la moisissure des grappes due au *Botrytis* ne se développe plus régulièrement comme autrefois depuis que les vignes sont traitées à la bouillie bordelaise pour les préserver contre le Mildew et le Black-rot et les viticulteurs se plaignent qu'il en résulte des irrégularités dans la vinification des moûts.

» Il conviendra d'essayer l'emploi des sels de cuivre dans les serres et les jardins envahis par le *Botrytis cinerea*. Quelques essais faits dans une serre aux Basses-Loges avec la bouillie au saccharate de cuivre à la dose de 4 pour 100 ont, nous assure-t-on, donné des résultats très appréciables. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les spectres d'étincelle de quelques minéraux*. Note de M. A. de Gramont, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Note ([1]), après avoir décrit la méthode que j'emploie pour l'étude des spectres d'étincelle des minéraux et des minerais métalliques, j'ai donné successivement les principales raies d'un certain nombre de sulfures et de corps simples natifs. Voici les résultats qui m'ont été fournis, dans les mêmes conditions, par d'autres espèces minérales.

» Oxydes. — *Oligiste :* Fe^2O^3. — Mauvais conducteur, ne donne rien.

» *Cuprite :* Cu^2O (Chili). — Même spectre que le cuivre natif et la chalcosine.

» *Cassitérite :* SnO^2 (Cornouailles). — Donne facilement et très nettement les deux raies de l'étain β(563) et α(452).

» *Anatase :* TiO^2 (Oisans). — Beau spectre caractéristique du titane, formé d'une suite de groupes de raies très fines, échelonnées sur tout le spectre. Les maxima sont en (519), (504), (453), (430), ...

» Le *rutile,* bien qu'isomère du précédent, est mauvais conducteur et ne donne rien.

» *Ilménite :* $(Fe, Ti)^2O^3$ (Norwège). — Donne, surtout avec H Cl, les principales raies du fer; je n'ai pu apercevoir celle du titane.

([1]) Séance du 12 mars 1894, p. 591.

» *Franklinite :* $ZnO\,Fe^2O^3$ (New-Jersey). — Donne seulement lorsqu'elle est humectée de HCl, et difficilement, les raies du zinc dont l'intensité rend à peine visibles celles du fer.

» *Pechurane :* U^3O^4 (Bohême). — Cette espèce minérale qui contient généralement du plomb (de 3 à 10 pour 100) donne les principales raies de ce métal seulement.

» Arséniures. — *Allemontite :* $SbAs^3$ (Allemont). — Donne facilement un beau spectre où les raies de l'arsenic prédominent. L'étincelle est blanche et la pince se recouvre d'un dépôt blanc d'oxyde d'antimoine. Les principales raies sont : pour l'arsenic, (617), β(565), α_1(556), α_2(549), γ(533); pour l'antimoine, γ(612), δ(608), α(600), ζ(591).

» *Leucopyrite :* $FeAs^2$ (États-Unis). — Donne un beau spectre complet du fer avec les raies ci-dessus de l'arsenic. L'intensité est augmentée par une goutte de HCl. Étincelle blanc-bleuâtre.

» *Nickéline :* NiAs (Thuringe). — Donne un beau spectre où les raies de l'arsenic prédominent. On a en outre les raies du nickel : α(547), η(505), β(508), δ(503) (501), ε(498), γ(471).

» *Smaltine :* (Fe, CO)As^2(Valais). — Donne un spectre où les raies de l'arsenic sont prédominantes et où celles du fer sont plus visibles et plus facilement mesurables que celles du cobalt. Une smaltine nickelifère de Gistain (Espagne) donne les raies du nickel bien nettes.

» *Domeykite* : Cu^2As (Paracatas, Mexique). — Donne un bon spectre du cuivre et de l'arsenic, surtout si les fragments étudiés sont pris dans l'intérieur de l'échantillon, sans quoi les raies de l'arsenic n'apparaissent plus; quelques raies du fer, notamment Feα(527).

» Sulfoarséniures. — *Mispickel :* Fe(As, S). [Massiac (Cantal)]. — Donne le même spectre que la leucopyrite, la présence du soufre ne semble pas intervenir.

» *Cobaltine :* CO(As, S) [Siegen (Nassau)]. — Les raies du cobalt sont beaucoup plus visibles que dans la smaltine et ont pu être mesurées. On a surtout les raies de l'arsenic prédominantes, et plusieurs raies du fer. Les raies du cobalt mesurées sont ε(548), α(535), β(528), δ(521), ζ(486) (484).

» Antimoniure. — *Discrase :* Ag^3Sb. [Wolfach (Baden)]. — Donne facilement les raies de l'argent intenses et les principales de l'antimoine.

» Sulfoantimoniures. — Dégagent, sous l'action de l'étincelle chaude, d'abondantes fumées d'oxyde d'antimoine qui couvrent les pinces d'un enduit blanc. Cette réaction est caractéristique.

» *Psaturose :* $5Ag^2S.Sb^2S^3$ (Freiberg) et *Pyrargyrite* $3Ag^2S.Sb^2S^3$ (Bohême). — Donnent tous deux les raies de l'antimoine γ(613), δ(608), α(600), ζ(591), ε(564), β(557) et les deux raies de l'argent α(546), β(521) comme la discrase.

» *Boulangérite :* $3PbS.Sb^2S^3$ (Nassau) et *Jamesonite :* $2PbS.Sb^2S^3$ (Cornouailles). Outre les raies de l'antimoine, ci-dessus, donnent toutes deux les principales raies du plomb γ(560), ξ(637), δ(520), β(500) et (438) (424), α(405).

» *Zinckénite :* PbS.Sb^2S^3 (Hartz). — Même spectre de l'antimoine et du plomb, et en plus les raies de l'arsenic (elle en contient généralement 5 pour 100) comme les arséniures.

» *Bournonite :* 3(Pb, Cu^2)S, Sb^2S^3 (Hartz). — Raies de l'antimoine assez faibles, mais raies du plomb et surtout du cuivre intenses.

» *Panabase :* $4(CuSbS^2) + 3Cu^2S + 2ZnS$ (Baïgorry et Hartz). — Malgré le dégagement de fumées blanches, les raies de l'antimoine ne sont pour ainsi dire pas visibles; celles du cuivre et du zinc sont, au contraire, très intenses. Quelques échantillons donnent aussi les raies violettes du plomb (438), (424) α(405), et la raie de l'argent α(546), l'autre β(521) venant élargir Cu_α(522) toujours présente.

» Plusieurs minéraux non conducteurs de l'électricité, mais facilement volatilisables, donnent de bons spectres, quoique passagers ou intermittents, lorsque l'étincelle qui éclate entre les pinces lèche le fragment du minéral; par exemple :

» La *Sénarmontite :* Sb^2O^3 (Constantine). — Donne fugitivement les raies α, δ, γ, β, ... de l'antimoine, mélangées à celles de l'air.

» D'autres espèces, facilement attaquables par HCl, donnent, humectées d'une goutte de cet acide étendu, des résultats plus satisfaisants :

» *Boléite :* $PbCl^2.CuO.H^2O.\frac{1}{3}AgCl$ [Boléo (Chili)]. — Fournit un beau spectre du cuivre et du plomb, avec la raie *a* de l'argent très intense, la raie β venant doubler la raie α_1 du cuivre; les principales raies de l'air persistent.

» *Cumengéite :* $PbCl^2.CuO.H^2O$ (Boléo). — Même spectre que la Boléite moins les raies de l'argent. Quand HCl est volatilisé, les raies de l'air subsistent seules.

» *Crocoïse :* $PbO.CrO_3$ [Berezowsk (Sibérie)]. — Donne, en outre de la raie Pb_α du plomb, un bon spectre de chrome comprenant α(520) caractéristique, intense et des raies très fines assez faibles : (534), (532), (530), (427), (425). Rien sans HCl.

» Imprégnées de HCl donnent fugitivement quelques raies :

» *Cérargyre :* AgCl. — Raies de l'argent α et β.

» *Eulytite :* $2Bi^2O^3.3SiO^2$ (Schneeberg). — Raie α du bismuth.

» *Anglésite :* $PbOSO^3$. — Raie α du plomb.

» Certains minéraux à éclat métallique et qu'on pouvait supposer conducteurs, comme la *molybdénite* MoS^2, l'*acerdèse* Mn^2O^3, H^2O, le *wolfram* (Fe, Mn)O.WO^3, n'ont rien donné, ou les raies de l'air seulement. Outre la conductibilité électrique, il y a aussi à considérer le plus ou moins de résistance spécifique de chaque minéral à la volatilisation dans l'étincelle, même très chaude. »

M. M. **Mallet** adresse, par l'entremise de M. *Tisserand,* une Note sur une observation qu'il a faite à Paris dans la nuit du 23 au 24 mars dernier; il a trouvé que la Lune était le centre d'une croix lumineuse dont les bras étaient horizontaux et verticaux. Des phénomènes de cette nature, dont la cause est bien connue, ont été observés à plusieurs reprises, notamment par les Cassini, Messier, Bravais, etc.

M. V. **Ducla** adresse des recherches sur le « poids des corps électrisés ».

M. E. **Tripard** adresse une Note relative à l'utilisation de la force du vent comme force motrice.

M. **Ed. Piette** adresse une Note relative à « la race de l'homme des cavernes ».

D'après l'auteur, les races anciennes qui ont occupé notre sol doivent être rattachées aux nègres et aux Hottentots, et non aux Esquimaux.

A 3 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 3 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 mars 1894.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Septième série. Tome I. Mars 1894. Paris, G. Masson; imprimerie Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Autobiographie de J. Daniel Colladon, Compte rendu, par M. A. Mallet. Extrait des *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France* (Novembre 1893). Paris, 1893; 1 broch. in-8°.

Le somnambulisme provoqué et la fascination. Étude médico-légale, par le Dr L. Mesnet, membre de l'Académie de Médecine. Paris, Rueff et Cie,

1894; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Moissan.) (Renvoyé à la Commission du prix Lallemand.)

L'irrigation en Asie centrale. Étude géographique, par HENRI MOSER. Paris, 1894; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Dehérain.) (Renvoyé à la Commission du prix Gay.)

Revue des Pyrénées et de la France méridionale, par le Dr GARRIGOU. Tome V. Année 1893, 5e et 6e fasc. Toulouse, Ed. Privat, 1 vol. in-8°.

Observations météorologiques faites à Tananarive, par le R. P. E. COLIN, S. J., IVe vol, 1892. Tananarive, 1893; 1 vol. in-8°.

Théories météorologiques et prévisions du temps, par E. GUILHON, lieutenant de vaisseau. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 vol. in-8°.

Force répulsive du Soleil et la zone d'attraction neutre, par P. BASILEWSKY, membre de la Société astronomique de France. Nice, Malvano-Mignon, 1894; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou. Publié sous la direction du Prof. Dr. M. MENZBIER, année 1893. Nos 2 et 3. Moscou, 1893.

The solar faculæ, by GEORGES E. HALE. London, 1894; 1 br. in-8°.

On the definitions of the trigonometric functions, by ALEXANDER MACFARLANE. Boston, U. S. A.; 1 br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 AVRIL 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur les lacunes dans la zone des petites planètes.* Note de M. O. CALLANDREAU.

« Il est bien connu que les moyens mouvements des petites planètes présentent des lacunes caractéristiques : on ne rencontre pas, par exemple, de moyens mouvements dans le voisinage du double ou du triple du moyen mouvement de Jupiter. C'est M. Kirkwood qui a fait le premier cette constatation, en 1866, et qui l'a généralisée en disant que les parties de la zone des astéroïdes dans lesquelles il existe un rapport simple de commensurabilité entre la durée de la révolution d'une petite planète et celle de Jupiter sont représentées par des lacunes semblables aux intervalles qui séparent les divers anneaux de Saturne.

» L'explication de ces lacunes par la théorie ordinaire des perturbations présente des difficultés, et la question est encore pendante de savoir

comment l'hypothèse d'une commensurabilité plus ou moins exacte peut affecter la stabilité du mouvement.

» Pour aborder ce problème, j'étudie le mouvement d'un point matériel de masse nulle (petite planète) sollicité par un corps central (Soleil) et par une masse décrivant autour du centre une orbite circulaire (Jupiter), en supposant les mouvements plans et l'orbite de la petite planète peu différente d'un cercle ([1]); je suis amené à intégrer une équation différentielle du second ordre, à coefficients périodiques, analogue, bien que plus compliquée, à celle que notre confrère M. Tisserand a étudiée (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 441). L'intégration de cette équation étant faite par les procédés de Laplace ([2]), la condition nécessaire pour la stabilité est obtenue sans peine.

» Je citerai deux résultats :

» Dans le cas de Jupiter et d'une petite planète, le rapport des moyens mouvements étant voisin de $\frac{1}{2}$, il existe une zone d'instabilité, située un peu *au delà* de la région répondant à la commensurabilité exacte; cela s'accorde avec le caractère de la lacune présentée par les petites planètes.

» Dans un autre cas, qui se rapporte à Titan et Hypérion, les deux satellites de Saturne, le rapport des moyens mouvements étant voisin de $\frac{4}{3}$, il existe une zone d'instabilité, située *notablement en deçà* de la région répondant à la commensurabilité exacte; de sorte que, Hypérion circulant à très peu près dans cette région, la stabilité de son mouvement est cependant possible. Il y a plus : la proximité des deux orbites paraît avoir pour effet d'augmenter la distance entre la zone d'instabilité et la région de commensurabilité exacte.

» Les équations différentielles du mouvement de la petite masse sont :

$$\frac{d^2x}{dt^2} - 2n'\frac{dy}{dt} = \frac{\partial\Omega'}{\partial x},$$
$$\frac{d^2y}{dt^2} + 2n'\frac{dx}{dt} = \frac{\partial\Omega'}{\partial y};$$

on a

$$\Omega' = \frac{\mu}{r} + \mu'\left(\frac{1}{\Delta} - \frac{x}{a'^2}\right) + \tfrac{1}{2}n'^2(x^2 + y^2);$$

([1]) A un point de vue un peu différent, cette question a été l'objet des travaux de MM. Hill, Tisserand, Poincaré (*Mémoire couronné sur le problème des trois corps*).

([2]) Voir, par exemple, *Œuvres*, t. IX : *Mémoire sur l'intégration des équations différentielles par approximation.*

le mouvement de la petite masse est rapporté à un système d'axes mobiles aynat pour origine la masse centrale μ et tournant avec la vitesse angulaire n' de la masse troublante μ'; l'axe des x passe par μ'.

» Les équations différentielles admettent, comme on sait, l'intégrale de Jacobi

$$\frac{d^2x + dy^2}{2\,dt^2} = \tfrac{1}{2}V^2 = \Omega' + \text{const.} \tag{1}$$

» On élimine la vitesse V entre l'intégrale de Jacobi et la relation

$$\frac{V^2}{R} = \frac{d^2y}{dt^2}\frac{dx}{ds} - \frac{d^2x}{dt^2}\frac{dy}{ds}, \tag{2}$$

où ds est l'élément d'arc de la trajectoire et R son rayon de courbure. Les coordonnées rectangulaires x, y sont remplacées par les coordonnées polaires r et θ, θ désignant l'élongation des deux masses troublée et troublante. On pose, en considérant les orbites peu différentes du cercle,

$$r = \frac{a}{1+\rho} = \frac{\left(\frac{\mu}{n^2}\right)^{\frac{1}{3}}}{1+\rho};$$

ρ sera traité comme une quantité petite.

» Pour éliminer V, on pose

$$V = a(n - n') + \delta,$$

et on remplace la constante de l'intégrale de Jacobi par

$$\tfrac{1}{2}a^2(n - n')^2 - \frac{\mu}{a} - \tfrac{1}{2}n'^2 a^2,$$

ce qui revient à introduire a à la place de cette constante. Si l'on développe ensuite les relations (1) et (2), en faisant passer tous les termes dans un seul membre, suivant les puissances de μ', de δ, de ρ et de ses dérivées, il n'y a pas de terme indépendant; et si l'on tire de la relation (1) δ développé suivant les puissances et produits de μ' et de ρ et de ses dérivées, pour substituer dans la relation (2), il viendra une équation différentielle du second ordre à coefficients périodiques.

» Si l'on se borne à la considération des termes du premier degré par rapport à ρ et à ses dérivées, on obtient une équation telle que

$$\frac{d^2\rho}{d\theta^2} + X_1\frac{d\rho}{d\theta} + X_2\rho + X_0 = 0.$$

» Si l'on pose

$$\Delta^2 = a^2 + a'^2 - 2aa'\cos\theta, \qquad D = \frac{1}{\Delta} - \frac{a\cos\theta}{a'^2},$$

on a

$$X_1 = -\frac{\mu'}{a(n-n')^2}\sin\theta\left(\frac{a'}{\Delta^3} - \frac{1}{a'^2}\right) = \frac{\mu'}{a(n-n')^2}\,\frac{1}{aa'}\,\frac{d}{d\theta}\left(\frac{a'}{\Delta} - \frac{a\cos\theta}{a'}\right),$$

$$X_2 = \left(\frac{n}{n-n'}\right)^2 + \frac{\mu'}{a^3(n-n')^2}\Sigma,$$

$$\Sigma = \left(\frac{a}{\Delta}\right)^3 - 3\,\frac{a^3(a-a'\cos\theta)^2}{\Delta^5}$$

$$+ \frac{2n}{n-n'}a^2\left(\frac{a-a'\cos\theta}{\Delta^3} + \frac{\cos\theta}{a'^2}\right) - \frac{6nn'}{(n-n')^2}2aD,$$

$$X_0 = \frac{\mu'}{a(n-n')^2}\left(\frac{2n}{n-n'}\,\frac{D}{a} + \frac{dD}{da}\right).$$

On fait ensuite

$$\rho = xe^{-\frac{1}{2}\int X_1 d\theta},$$

et l'on est amené à l'étude de l'équation différentielle

$$\frac{d^2x}{d\theta^2} + \left(X_2 - \frac{1}{2}\,\frac{dX_1}{d\theta}\right)x + X_0 = 0.$$

» Pour étudier l'hypothèse de $\frac{n'}{n}$ voisin de $\frac{1}{2}$, soit

$$\left(\frac{n}{n-n'}\right)^2 = 4 + 2h\,\frac{a}{a'}\,\frac{\mu'}{\mu},$$

» Les coefficients ayant μ' en facteur sont calculés en faisant $\frac{n}{n-n'} = 2$.

» L'équation différentielle s'écrit

$$\frac{d^2x}{d\theta^2} + 4x + 2\,\frac{a}{a'}\,\frac{\mu'}{\mu}(h+Q)x + 4\,\frac{a}{a'}\,\frac{\mu'}{\mu}S = 0.$$

» On a, α désignant le rapport $\frac{a}{a'}$,

$$Q = 3\,\frac{a'}{\Delta} - (3-\alpha^2)\left(\frac{a'}{\Delta}\right)^3 + \frac{d^2}{d\theta^2}\,\frac{a'}{\Delta} - 24a'D + 7\alpha\cos\theta,$$

$$a'D = \frac{a'}{\Delta} - \frac{a\cos\theta}{a'},$$

$$S = 4a'D + \alpha\,\frac{d.a'D}{d\alpha}.$$

» D'après le procédé de Laplace pour intégrer par approximation, les

termes de l'équation ayant μ' en facteur, qui influeront sur la détermination des inégalités dont la période est indépendante de la configuration mutuelle des corps, sont le terme constant du développement de Q et le terme en $\cos 4\theta$, et celui en $\cos 2\theta$ dans le développement de S.

» Partant de

$$\frac{a}{a'} = \alpha = \sqrt[3]{\frac{n'^2}{n^2}} = \sqrt[3]{\frac{1}{4}} = 0,62996,$$

j'ai fait le calcul des coefficients $b_s^{(i)}$ ci-dessous, avec les Tables de Runkle, en prenant simplement $\alpha = 0,63$:

$$b_{\frac{1}{2}}^{(0)} = 2,2605, \quad b_{\frac{3}{2}}^{(0)} = 6,0593, \quad b_{\frac{1}{2}}^{(2)} = 0,36537,$$

$$b_{\frac{1}{2}}^{(4)} = 0,10766, \quad b_{\frac{3}{2}}^{(4)} = 1,8091, \quad \alpha \frac{db_{\frac{1}{2}}^{(2)}}{d\alpha} = 0,91992.$$

Il en résulte

$$Q = -31,6217 - 8,6927 \cos 4\theta,$$
$$S = +2,3814 \cos 2\theta.$$

» En ne gardant que les termes utiles, l'équation différentielle s'écrit

$$\frac{d^2 x}{d\theta^2} + 4x + 2\frac{a}{a'}\frac{\mu'}{\mu}(Q_0 + 2Q_4 \cos 4\theta)x + 2\frac{a}{a'}\frac{\mu'}{\mu} 2S_2 \cos 2\theta = 0;$$
$$Q_0 = -31,6217 + h, \quad 2Q_4 = -8,6927, \quad S_2 = +2,3814.$$

» On intègre en faisant d'abord $\mu' = 0$, ce qui donne

$$x = p\cos 2\theta + q \sin 2\theta,$$

puis on porte cette valeur de x dans les termes affectés de μ' et l'on intègre de nouveau. Les termes où entre l'arc de cercle θ sont

$$-\frac{1}{2}\frac{a}{a'}\frac{\mu'}{\mu}(Q_0 + Q_4)p\theta \sin 2\theta$$
$$+\frac{1}{2}\frac{a}{a'}\frac{\mu'}{\mu}(Q_0 - Q_4)q\theta \cos 2\theta - \frac{a}{a'}\frac{\mu'}{\mu}S_2\theta \sin 2\theta.$$

» Appliquant la méthode de Laplace pour faire disparaître les arcs de cercle hors des signes périodiques, on doit déterminer pq par les équations différentielles simultanées

$$\frac{dp}{du} = \frac{1}{2}\frac{a}{a'}\frac{\mu'}{\mu}(Q_0 - Q_4)q,$$
$$\frac{dq}{du} = -\frac{1}{2}\frac{a}{a'}\frac{\mu'}{\mu}(Q_0 + Q_4)p - \frac{a}{a'}\frac{\mu'}{\mu}S_2;$$

l'intégration faite, on doit changer u en θ et effacer les termes ayant θ en dehors des signes périodiques.

» Différentiant la seconde équation, il vient

$$\frac{d^2q}{du^2} = -\frac{1}{4}\left(\frac{a}{a'}\right)^2\left(\frac{\mu'}{\mu}\right)^2(Q_0^2 - Q_4^2)q,$$

d'où, pour la condition de stabilité,

$$(Q_0 + Q_4)(Q_0 - Q_4) > 0$$

ou

$$(-35{,}968 + h)(-27{,}275 + h) > 0.$$

» Si

$$27{,}275 < h < 35{,}968,$$

elle n'est pas remplie : c'est l'un des résultats indiqués au commencement de cette Note.

» Pour l'étude du cas qui se rapporte au système de Titan et d'Hypérion, les formules des coefficients réclament quelques changements, l'orbite troublante étant ici intérieure à l'orbite troublée.

» Les Tables de Runkle ne peuvent plus servir pour le calcul des coefficients $b^{(i)}$; j'ai utilisé les nombres publiés par M. Asaph Hall pour les valeurs des six premiers coefficients $b_{\frac{1}{2}}^{(i)}$ (*Annals of Mathematics*, février 1887); il est aisé d'en déduire les nombres suivants :

» La valeur de $\alpha = 0{,}8250863$

$$b_{\frac{1}{2}}^{(0)} = 2{,}60753, \qquad b_{\frac{3}{2}}^{(0)} = 23{,}141, \qquad b_{\frac{1}{2}}^{(3)} = 0{,}5624,$$

$$b_{\frac{1}{2}}^{(6)} = 0{,}23674, \qquad b_{\frac{3}{2}}^{(6)} = 12{,}315, \qquad \frac{db_{\frac{1}{2}}^{(3)}}{d\alpha} = 2{,}612.$$

» Si l'on pose

$$\left(\frac{n}{n-n'}\right)^2 = 9 + 9g\frac{\mu'}{\mu},$$

la condition de stabilité est alors

$$(-147{,}039 + g)(-98{,}829 + g) > 0;$$

elle n'est pas remplie pour

$$98{,}829 < g < 147{,}039.$$

» L'écart entre la zone d'instabilité et la région répondant à la commen-

surabilité exacte tient à la grandeur du terme

$$-\frac{6nn'}{(n-n')^2}\,2a\mathrm{D}$$

pour $\frac{n}{n'} = \frac{3}{4}$.

» Pour la zone d'instabilité, on aurait $\frac{n}{n'} > \frac{3}{4}$. Les observations donnent pour Titan (n') et Hypérion (n)

$$3n' - 4n = +0^\circ,0515,$$

d'où résulte

$$\frac{n}{n'} < \frac{3}{4};$$

la zone d'instabilité est notablement éloignée de la région où circule Hypérion.

» Ce qui précède paraît expliquer, dans une certaine mesure, que les petites planètes supposées abandonnées primitivement par la nébuleuse de Laplace, dans des orbites à peu près circulaires, n'ont pu être distribuées uniformément; mais ce n'est qu'une première approximation.

» Dans un autre ordre d'idées, il y aurait peut-être lieu de chercher l'influence de l'excentricité de l'orbite de Jupiter sur la largeur des lacunes. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les spectres de l'oxygène porté aux températures élevées. Méthode électrique pour l'échauffement des gaz.* Note de **M. J. Janssen.**

« La question de la présence de l'oxygène dans les enveloppes gazeuses du Soleil présente des cas distincts.

» En premier lieu, celui où le gaz oxygène se trouverait dans les parties extérieures de l'atmosphère coronale, c'est-à-dire dans un milieu où la température peut se rapprocher des températures de l'atmosphère terrestre.

» Dans ce cas, les manifestations spectrales de ce gaz seraient semblables à celles qu'il présente dans l'atmosphère terrestre, et, pour prouver son absence dans ces parties de l'atmosphère coronale, il suffit de montrer que les raies et bandes dues à ce corps dans le spectre solaire sont produites en totalité, comme nombre et intensité, par l'atmosphère terrestre.

On sait que ce point a été le sujet de mes trois ascensions au mont Blanc et d'expériences spéciales à l'observatoire de Meudon.

» Mais, comme je viens de le dire, le cas qui vise les températures ordinaires ne représente qu'une partie de la question. L'oxygène qui existerait dans les parties moyennes et basses de l'atmosphère coronale, dans la chromosphère et dans la photosphère, serait porté à des températures de plus en plus élevées, et pour décider sur sa présence dans ces milieux à l'aide de l'analyse spectrale, il faut, avant tout, connaître les modifications que l'élévation de température peut apporter aux manifestations spectrales de l'oxygène.

» Aussi me suis-je préoccupé de cette face de la question presqu'à l'origine de ces études et avant même de commencer mes ascensions au massif du mont Blanc.

» Cette étude présente des difficultés spéciales. Les raies et bandes de l'oxygène exigent pour leur production de très fortes épaisseurs de ce gaz. Le groupe B, notamment, est seulement naissant dans le spectre d'un faisceau lumineux qui a traversé une épaisseur de 60^m de ce gaz, sous la pression de deux atmosphères.

» La bande sombre située près de la raie D et qui est la première à se manifester demande, avec l'épaisseur susdite de 60^m, 6^{atm} de pression. On conçoit la difficulté de porter à de hautes températures de semblables colonnes gazeuses. On pourrait, il est vrai, réduire les épaisseurs de ces colonnes en augmentant la pression, mais alors la fermeture des joints serait compromise par la chaleur qu'ils auraient à supporter.

» Pour surmonter cette difficulté, j'ai eu la pensée de recourir à l'électricité.

» Par une disposition spéciale dans l'emploi de cet agent j'ai pu porter une colonne gazeuse à l'incandescence sans échauffer sensiblement le tube qui contenait le gaz et, par conséquent, en laissant intactes les fermetures.

» Voici la disposition adoptée :

» Un tube en acier de $2^m,20$ de longueur et de 6^{cm} environ de diamètre a été foré de manière à y pratiquer un canal intérieur de 3^{cm} de diamètre. Ce tube, qui pourrait résister à des pressions intérieures de plus de 1000 atmosphères, est fermé à ses extrémités par des manchons vissés portant les canons de verre ou de quartz permettant le passage de la lumière dans l'axe du tube. Un robinet en acier à pointeau permet l'introduction du gaz à la pression voulue.

» L'élévation de température est obtenue au moyen d'une spirale

formée par un fil de platine d'un diamètre approprié à sa longueur et à la puissance de la source d'électricité qui doit le porter à la température désirée. Cette spirale traverse tout le canal intérieur du tube et le fil dont elle est formée sort par ses extrémités. Elle est isolée électriquement du tube au moyen d'une chemise d'amiante qui s'oppose en outre à la transmission de la chaleur de la spirale aux parois du tube. Aux extrémités de la spirale le fil de celle-ci pénètre dans un petit canal de même diamètre pratiqué dans un gros fil de cuivre rouge formant borne, lequel traverse sans la toucher électriquement la paroi du tube et met en communication le fil de la spirale avec la source d'électricité. Cette borne, de forme cylindrique, est légèrement renflée dans sa partie inférieure au point où elle reçoit le fil de la spirale.

» L'isolement de la borne est obtenu au moyen d'un anneau d'ivoire ou de fibre comprimée, fortement serré entre la borne et les parois. Ce serrage est réalisé, d'une part, au moyen d'un écrou vissé dans la paroi du tube et agissant sur la surface supérieure de l'anneau sans contact avec la borne de cuivre rouge; d'autre part, par un autre écrou, vissé celui-là sur la borne, mais isolé du tube par une rondelle de substance isolante et dont l'effet est de remonter la borne. L'anneau se trouve ainsi engagé dans un espace qui se rétrécit à volonté et exerce en conséquence sur lui une compression en rapport avec l'effort du gaz intérieur auquel il faut résister.

» Par cette disposition et au moyen de résistances extérieures appropriées, on peut amener la spirale à la chaleur désirée, depuis la température ordinaire jusqu'à celle du rouge blanc, et communiquer ces températures à la colonne gazeuse sans échauffement bien sensible des parois du tube d'acier.

» Quant aux fermetures des extrémités, elles sont obtenues à la manière ordinaire avec des canons en verre ou en quartz. Je dirai seulement que nous avons l'habitude de doubler les verres en mettant à l'intérieur ou du côté où la chaleur doit se faire sentir le verre le moins épais, c'est-à-dire celui qui est le moins susceptible de se casser sous l'influence des variations de température. Cette disposition des doubles verres est importante; elle écarte le danger qui pourrait résulter du bris d'un verre et de la projection de ses éclats; nous la pratiquons dans toutes nos expériences, alors même qu'il ne s'agit d'opérer qu'aux températures ordinaires.

» J'ajouterai encore comme détail d'expérience que, pour remplir l'espace compris entre les verres de fermeture et l'extrémité de la spirale,

espace où le gaz mis en expérience ne serait pas soumis à l'action de celle-ci, nous y plaçons des canons en verre du diamètre intérieur du tube. Par cette disposition aucune portion de la masse gazeuse n'échappe à l'élévation de température qu'on veut lui communiquer.

» Les sources lumineuses employées ont été, soit la lumière de l'arc, soit celle de Drummond, soit, dans certain cas, celle du Soleil. Il faut avoir soin de rendre le faisceau parallèle avant son entrée dans le tube et de le concentrer à sa sortie sur la fente du spectroscope par le moyen de lentilles convexes ou cylindriques.

» Nous avons été amenés à faire ces expériences en donnant au tube la position verticale.

» Les remous et les mouvements que prend la masse gazeuse, sous l'action de la spirale portée au blanc, arrivent souvent à diminuer dans une proportion énorme la transmission de la lumière. Dans la position verticale, toutes les couches gazeuses sont amenées à se disposer horizontalement, et sont attaquées normalement par les rayons, ce qui augmente dans une proportion considérable et presque inattendue la quantité de lumière transmise. Dans ce cas, on ramène l'étude optique du faisceau aux conditions ordinaires au moyen de prismes à réflexion totale.

» La méthode dont je viens de décrire le principe permet de porter une colonne gazeuse sous pression, à une température donnée, jusqu'à celle qui représenterait la fusion du fil, et cela sans échauffement sensible de l'enveloppe métallique, et en laissant, par conséquent, aux fermetures la température qui assure leur efficacité.

» Je pense que cette méthode, que j'emploie déjà depuis plusieurs années, pourra rendre des services pour l'étude des gaz à hautes températures; c'est pourquoi j'ai jugé utile de la décrire.

» Dans une Communication ultérieure, je ferai connaître les résultats obtenus à l'égard de l'oxygène. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles renfermant un paramètre arbitraire;* par M. **Émile Picard.**

« La méthode des approximations successives peut être utilement employée, non seulement pour la démonstration de l'existence des intégrales satisfaisant à certaines conditions initiales, comme je l'ai montré dans diverses circonstances, mais aussi pour l'étude des propriétés de ces inté-

grales. C'est ainsi que, dans la théorie des équations différentielles linéaires, elle permet de former ce qu'on a appelé les *invariants* relatifs aux points singuliers, et de se rendre compte immédiatement de la nature de la dépendance analytique entre ces invariants et certains paramètres figurant dans les coefficients de l'équation linéaire. Mais c'est un sujet spécial que je ne veux pas aborder ici, et je me propose aujourd'hui de reprendre la démonstration d'un théorème très général, relatif aux équations différentielles renfermant des paramètres arbitraires, qui a joué un rôle capital dans les recherches de M. Poincaré, sur les solutions périodiques des équations de la Dynamique ([1]).

» 1. Plaçons-nous, uniquement pour simplifier l'écriture, dans le cas d'une seule équation et d'un seul paramètre. Soit l'équation

$$(1) \qquad \frac{dx}{dt} = f(x, \mu, t).$$

» Envisageons la solution de cette équation

$$x = \theta(t, \mu),$$

qui s'annule pour $t=0$. Soit, pour $\mu=0$, la solution $\theta(t, 0)$ que nous allons supposer être continue de $t=0$ à $t=t_0$. De plus, on admet que $f(x, \mu, t)$ peut, pour t, compris entre o et t_0, être développée suivant les puissances de

$$\mu \quad \text{et} \quad x - \theta(t, 0),$$

les coefficients du développement étant des fonctions continues d'ailleurs quelconques de t.

» M. Poincaré a établi que l'intégrale

$$\theta(t, \mu)$$

peut se développer suivant les puissances de μ, pourvu que μ soit suffisamment petit, pour toute valeur de t comprise entre o et t_0.

» Notre confrère rattache la démonstration de ce théorème à la méthode de comparaison désignée sous le nom de *calcul des limites*. Nous allons voir que la méthode des approximations successives conduit de la manière la plus simple à la proposition qui vient d'être énoncée.

» Tout d'abord on ne restreint pas la généralité, en supposant que

([1]) H. POINCARÉ, *Les méthodes nouvelles de la Mécanique céleste* (t. I, p. 53 et suivantes).

$\theta(t, o)$ est identiquement nul, ce qui revient à faire un changement de fonction. Nous plaçant donc dans cette hypothèse, la fonction $f(x, \mu, t)$ sera ordonnée suivant les puissances de x et μ pour $|x|$ et $|\mu|$ suffisamment petits, quel que soit t compris entre o et t_0. Posons

$$f(x, \mu, t) = Ax + B\mu + \ldots,$$

les coefficients étant des fonctions de t. Nous poserons

$$x = \mu u + x' e^{\int A\, dt},$$

u désignant la fonction de t satisfaisant à la relation

$$\frac{du}{dt} = Au + B,$$

et s'annulant pour $t = o$. L'équation proposée se transforme en la suivante

$$(2) \qquad \frac{dx'}{dt} = A_1 x'^2 + 2B_1 x'\mu + C_1 \mu^2 + \ldots,$$

qui est de même forme, mais où il n'y a pas de terme du premier degré en x' et μ. Les coefficients du second membre sont des fonctions de t continues de $t = o$ à $t = t_0$, et ce développement peut être regardé comme absolument convergent pour toute valeur de x' et de μ, telle que

$$|x'| \leqq \rho, \qquad |\mu| \leqq r,$$

ρ et r étant deux constantes fixes.

» Nous avons à chercher l'intégrale de l'équation (2) s'annulant pour $t = o$. Représentons l'intégrale par la série que donnent les approximations successives; cette série converge certainement depuis $t = o$ jusqu'à la valeur de t correspondant à la plus petite des deux quantités

$$t_0 \quad \text{et} \quad \frac{\rho}{M},$$

en désignant par M la valeur absolue maxima du second membre de (2) pour

$$o \leqq t \leqq t_0 \qquad \text{et} \qquad |x'| \leqq \rho.$$

Or nous pouvons prendre comme nombre M le maximum de la série

$$|A_1|\rho^2 + 2|B_1|\rho r + |C_1| r^2 + \ldots,$$

pour t compris entre o et t_0. Mais, si nous considérons le quotient

$$\frac{\rho}{|A_1|\rho^2 + 2|B_1|\rho r + |C_1|r^2 + \ldots},$$

nous pouvons donner à r et ρ des valeurs indépendantes suffisamment petites pour que ce quotient soit supérieur à t_0. La convergence de la série donnée par les approximations successives *sera donc assurée depuis* $t = 0$ *jusqu'à* $t = t_0$, *sous la condition* $|\mu| < r$.

» Chaque terme de cette série est une fonction holomorphe de μ dans le cercle de rayon r, et comme son module est moindre, d'après la théorie générale, que le terme général d'une progression géométrique décroissante, il est immédiat que *la série est elle-même fonction holomorphe de* μ *pour* $|\mu| < r$: c'est le théorème que nous voulions établir.

» 2. Ce théorème se généralise immédiatement, en employant les mêmes considérations. Soit toujours l'équation

$$\frac{dx}{dt} = f(x, \mu, t), \qquad [f(0, 0, t) = 0],$$

la fonction $f(x, \mu, t)$ étant définie pour t compris entre o et t_0 et étant fonction holomorphe de x et μ pour $|x|$ et $|\mu|$ assez petits. L'intégrale de cette équation prenant pour $t = 0$ la valeur x_0 sera continue de $t = 0$ à $t = t_0$ et développable en série ordonnée suivant les puissances de x_0 et μ pourvu que $|x_0|$ et $|\mu|$ soient suffisamment petits.

» 3. On peut obtenir des théorèmes analogues aux précédents en considérant des équations où les intégrales soient déterminées par des conditions initiales de nature différente. Soit, par exemple, l'équation

$$(3) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} = f\left(x, y, \frac{dy}{dx}, \mu\right),$$

où f est une fonction analytique de y, $\frac{dy}{dx}$, μ. Nous avons, pour $\mu = 0$, l'équation

$$\frac{d^2y}{dx^2} = f\left(x, y, \frac{dy}{dx}, 0\right).$$

Soit une intégrale de cette dernière équation, continue ainsi que sa dérivée première de a à b, et prenant pour $x = a$ la valeur A et pour $x = b$ la valeur B. On ne peut ici énoncer, sans restriction, que l'équation (3) admettra pour μ petit une intégrale prenant en a et b les valeurs A et B; la chose peut être inexacte, comme le montrent des exemples faciles à ob-

tenir. Mais il y a un cas où aucune exception n'est à craindre. Si, pour μ voisin de zéro, les conditions nécessaires pour l'application de la méthode des approximations successives à la recherche de l'intégrale définie par les conditions données sont remplies, l'intégrale considérée de (3) *sera une fonction holomorphe de* μ *pour* μ *suffisamment petit*. C'est ce que l'on établira en se servant de la série que donnent les approximations successives. »

HISTOIRE DE LA CHIMIE. — *Sur quelques nouveaux objets de cuivre provenant de l'ancienne Égypte;* par M. **Berthelot.**

« La question de l'origine des métaux joue un rôle essentiel dans l'histoire de la civilisation; mais elle ne peut être résolue que par l'analyse de nombreux objets, de date et d'origine certaines. Celle des objets en cuivre et en bronze est surtout intéressante, à cause de l'emploi de l'étain dans la fabrication du bronze, les gîtes de l'étain étant rares et fort éloignés des centres des anciens empires, tels que ceux de l'Égypte et de la Chaldée. La présence de l'étain et de ses alliages, surtout à l'état d'alliages riches en ce métal et d'un usage courant, soulève dès lors des problèmes capitaux, relatifs aux anciennes navigations depuis l'Indo-Chine ou les Iles Britanniques, et des routes de commerce des temps préhistoriques. Par là même, l'existence d'un âge du cuivre pur, ayant précédé l'âge du bronze, est rendue fort probable.

» L'analyse chimique joue ici un rôle d'autant plus essentiel que les bronzes pauvres en étain sont rouges comme le cuivre, et que les bronzes, même riches en étain, à la suite d'une altération prolongée au sein de la terre, revêtent le même aspect que le cuivre pur, placé dans les mêmes conditions, en raison de la formation des sous-oxydes de cuivre : par exemple, l'anneau dont je vais présenter l'analyse et qui renferme 8 centièmes d'étain et 6 centièmes de cuivre, le tout fortement oxydé, offre la même teinte et le même aspect qu'un vase de cuivre pur, trouvé au voisinage. Aussi les conservateurs des Musées ont-ils souvent confondu tous ces objets sous une même dénomination; par une habitude traditionnelle, ils ont désigné sous le nom de *bronzes* à la fois les alliages et les objets de cuivre pur, désignation qui a jeté la plus grande confusion dans nos études.

» Cette confusion ne fait d'ailleurs que reproduire celle qui existait chez les Anciens entre la matière des objets désignés sous les noms de χαλκός, d'*æs*, d'airain, etc.

» Le mot *cuivre*, employé aujourd'hui par l'industrie dans un sens aussi compréhensif, serait préférable au mot *bronze*, dont le sens est plus limité.

» Malheureusement, l'emploi des dénominations rigoureusement définies par la Chimie ne s'est pas encore vulgarisé chez les historiens et les archéologues, ainsi que le montre l'emploi absolument erroné qu'ils continuent à faire de certains mots, tels que celui du *nitre* pour le salpêtre, sel inconnu de l'antiquité, au lieu de natron (sulfate ou carbonate de soude); celui de *sel ammoniac*, qui désignait dans l'antiquité un sel fixe; celui d'*azur*, au moyen âge, qui désignait à l'époque arabe le cinabre, couleur *rouge;* et beaucoup d'autres.

» Quoi qu'il en soit, il convient de multiplier les analyses des objets dont la date est connue d'une manière certaine, ou du moins approchée. C'est un travail auquel je me livre depuis plusieurs années ([1]), ainsi que plusieurs savants d'autres pays, parmi lesquels je suis heureux de citer M. Chantre, de Lyon; M. G. Bapst; M. Virchow, de Berlin; M. Much (*Die Kupferzeit in Europa*), de Vienne; M. Flinders Petrie, en Angleterre; M. J.-H. Gladstone, qui s'occupe avec tant de zèle de l'analyse des métaux antiques du British Museum, etc.

» Les objets nouveaux que je vais étudier aujourd'hui m'ont été adressés par M. de Morgan, directeur général du service des antiquités en Égypte. Ils proviennent d'un Mastaba de la nécropole de Dahchour, près du site de l'ancienne Memphis, et ont été trouvés devant M. de Morgan lui-même.

» Ils comprennent deux ordres d'objets, savoir : des fragments d'un petit vase de cuivre, et un anneau de même métal (en apparence), anneau ouvert, destiné à entourer le bras ou la jambe.

» D'après une lettre de M. de Morgan, le vase de cuivre avait été écrasé dans un angle de la chambre funéraire et il a été retiré des décombres

---

([1]) J'ai réuni dans les Ouvrages suivants les publications que j'ai faites, à diverses époques, sur le bronze :

Introduction a la Chimie des anciens, 1889. — *Sur quelques métaux et minéraux provenant de l'ancienne Chaldée*, p. 219. — *Sur l'étain*, p. 250. — *Sur l'airain*, p. 230. — *Sur le plomb*, p. 264. — *Sur le nom du bronze*, p. 275.

La Chimie au moyen age, t. I, Essai sur la transmission de la Science antique, 1893. — *Sur l'origine du nom du bronze*, p. 356. — *Sur les âges du cuivre et du bronze et sur le sceptre de Pépi Ier, roi d'Égypte*, p. 359. — *Sur les noms de l'étain*, p. 367. — *Sur quelques objets de cuivre provenant des fouilles de M. de Sarzec en Chaldée*, p. 391.

dans des conditions telles qu'il est impossible de douter de son antiquité reculée. En effet, le groupe des Mastaba, suivant les observations faites jusqu'à ce jour, appartient au temps du roi Snefrou, dernier souverain de la III^e dynastie, ou premier de la IV^e suivant d'autres.

» L'anneau a été trouvé dans le même puits, mais plus près de l'entrée; de sorte que, le tombeau ayant été pillé dans l'antiquité, il n'est pas possible d'être aussi affirmatif quant à l'âge de ce dernier objet.

» *Vase de cuivre.* — Ce vase se présente en fragments de quelques centimètres carrés. Le métal est profondément altéré et imprégné d'oxychlorure, produit sans doute par l'action prolongée des eaux saumâtres. La couche métallique, épaisse de $1^{mm},5$ à 2^{mm}, forme un noyau revêtu par un enduit verdâtre. La couche métallique elle-même offre sur la tranche, à la surface, deux, trois et jusqu'à cinq lignes parallèles, suivant les places; ces lignes étant accusées par les produits oxychlorurés qui en garnissent les intervalles; comme si le vase avait été obtenu en superposant plusieurs feuilles métalliques distinctes. Toutefois, il me paraît plus probable que cette apparence résulte des refoulements locaux et variables d'une feuille unique, soumise au battage du marteau : le vase conserve ainsi quelque trace des procédés suivis dans sa fabrication.

» Voici les résultats fournis par l'analyse :

Cuivre	71,9
Chlore (à l'état d'atakamite)	6,2
Oxygène correspondant, à l'état de bioxyde (dans cet oxychlorure)	4,2
Oxygène à l'état de protoxyde (dans la masse principale)	6,1
Eau de l'atakamite	6,3
Soufre (en partie à l'état de sulfure de cuivre, en partie de sulfate de chaux)	0,15
Silice et matières fixes insolubles	0,85
	95,7
Arsenic (dose notable dans le métal); acide carbonique, chaux, sels alcalins, eau, traces de matière organique (dans la patine)	4,3
	100,0

» Ni étain, ni plomb, ni antimoine, ni zinc, ni fer en proportion sensible.

» On voit que le métal est ici entièrement oxydé : soit que l'oxygène ait

été fixé par une réaction prolongée, produite pendant sa conservation; soit que le métal primitif ait déjà été mélangé d'oxyde lors de sa fabrication, comme M. Gladstone l'a supposé par des échantillons analogues; mais cette dernière hypothèse paraît moins probable, ainsi qu'il sera expliqué plus loin.

» Lorsque le métal a été décapé, au moyen de l'acide azotique bouillant, puis lavé à l'eau pure et séché, il ne tarde pas, sous les influences atmosphériques, à se recouvrir, par une sorte d'efflorescence, d'atakamite cristallisée et verdâtre, qui semble ressortir du centre de la masse. J'ai fait une observation analogue sur les statuettes votives de Tello (Chaldée) que j'avais précédemment analysées, en en cassant un fragment, cette fois sans aucune attaque ou lavage : les parties ainsi dénudées n'ont pas tardé à laisser transsuder de l'atakamite, sous forme de taches vertes et circulaires.

» Il résulte de ces observations que ces métaux sont imprégnés jusqu'au cœur par des chlorures cuivreux, ou alcalino-cuivreux : circonstance qui conduit à penser que l'oxygène y a été aussi introduit peu à peu, par le jeu lent des réactions atmosphériques, avec un gonflement progressif, susceptible de désorganiser toute la masse et d'en détruire la cohésion.

» *Anneau.* — Cet anneau renferme :

Cuivre	76,7
Étain	8,2
Plomb	5,7
	90,6
Traces d'arsenic; ni fer, ni zinc, ni antimoine.	
Chlore (atakamite), oxygène, eau, traces de soufre, sels calcaires et alcalins	9,4

» On voit que l'anneau est formé par un bronze plombifère et se rapproche de certains laitons. Le métal pur devait être jaune à l'origine ; mais la formation de l'oxyde cuivreux a coloré la masse en rouge. L'atakamite forme une patine ou enduit superficiel ; mais lorsqu'on enlève cet enduit, l'oxychlorure de cuivre ne tarde pas à s'effleurir de nouveau à la surface, comme dans le cas précédent.

» Si les deux objets précédents avaient été trouvés exactement ensemble, et s'ils remontaient tous deux à l'époque de Snefrou, l'existence du bronze à cet époque reculée ne serait pas douteuse. Mais nous avons vu plus haut que le vase de cuivre seul peut être garanti comme remontant à

la construction du Mastaba; l'anneau ayant été trouvé près de l'entrée, c'est-à-dire à une place où il a pu arriver à une époque postérieure, par suite de diverses causes accidentelles, faciles à concevoir. »

CHIMIE MINÉRALOGIQUE. — *Sur l'altération lente des objets de cuivre, au sein de la terre et dans les musées;* par M. BERTHELOT.

« Les objets en cuivre que l'on trouve ensevelis au sein de la terre et en contact avec elle depuis plusieurs siècles sont recouverts d'une patine verdâtre et d'une couche similaire, d'épaisseur variable. Le métal lui-même est transformé plus ou moins profondément en oxyde cuivreux. Si on enlève la patine, elle ne tarde pas à se reproduire, c'est-à-dire que le métal se couvre d'efflorescences; dans tous les cas, il se désagrège lentement, au contact de l'atmosphère de nos climats. Ce sont là des faits bien connus des conservateurs des musées et des archéologues, qui désignent sous le nom de métaux « malades » les échantillons atteints par ce genre d'altération.

» Peut-être ne sera-t-il pas inutile d'en exposer ici le mécanisme.

» L'analyse montre que la couche superficielle est constituée en grande partie par de l'atakamite, oxychlorure cuivrique qui répond à la formule $3CuO, CuCl^2, 4H^2O$. On y trouve aussi des traces de sels de soude.

» Or l'altération observée est due à l'action des sels contenus dans les eaux saumâtres qui imprègnent le sol, particulièrement du chlorure de sodium. Il suffit, en effet, de déposer quelques gouttes d'eau salée sur une lame de cuivre pour en déterminer l'attaque, avec formation d'oxychlorure cuivrique. Il est bien entendu d'ailleurs que cette attaque ne saurait être due à une substitution directe du cuivre au sodium, substitution impossible dans ces conditions, d'après les principes thermochimiques. Mais elle résulte de l'action de l'oxygène de l'air et de l'acide carbonique, opérant simultanément sur le cuivre et sur le chlorure de sodium; le tout d'après l'ensemble des deux équations suivantes :

$$(1) \qquad 4Cu + 4O = 4CuO,$$

$$(2) \qquad 4CuO + 2NaCl + CO^2 + 4H^2O = 3CuO, CuCl^2, 4H^2O + CO^3Na^2.$$

» La réaction (2) est exothermique ($+15^{Cal},8$, en présence d'un excès d'eau), comme le montre un calcul facile à répéter : c'est la chaleur propre de formation de l'oxychlorure ($+23^{Cal},0$) qui détermine le phénomène, en

admettant, conformément à l'expérience, la présence ou la formation d'un excès d'oxyde de cuivre par rapport aux autres composants.

» La transformation continue qui amène peu à peu la masse métallique ensevelie dans la terre à l'état d'oxychlorure, sous l'influence des eaux saumâtres renouvelées, est dès lors facile à comprendre.

» Mais il reste à rendre compte de la désagrégation spontanée du métal, après qu'il a été extrait de la terre, sous l'influence de la petite quantité de chlorure de sodium qui demeure confinée dans la matière. Le mécanisme qui y préside est le suivant.

» Une première dose d'oxychlorure cuivrique ayant été formée par les réactions précédentes et les sels solubles correspondants écartés par les influences capillaires, admettons qu'une nouvelle proportion de chlorure de sodium arrive en contact à la fois avec cet oxychlorure et le cuivre métallique : il se formera aussitôt, par une réaction facile à reproduire, un chlorure double cuivreux et sodique, le surplus du bioxyde de cuivre étant ramené à l'état d'oxyde cuivreux :

$$3CuO, CuCl^2, 4H^2O + 4Cu + 2NaCl = Cu^2Cl^2, 2NaCl + 3Cu^2O + 4H^2O;$$

mais la solution du chlorure double, subissant le contact de l'air qui pénètre la masse, se suroxyde, ainsi qu'il est aisé de le vérifier, et elle reproduit du chlorure de sodium, de l'atakamite et du chlorure cuivrique,

$$3Cu^2Cl^2 + 3O + 4H^2O = 3CuO, CuCl^2, 4H^2O + 2CuCl^2.$$

Le chlorure cuivrique excédant, indiqué dans cette équation, s'il se trouve au contact de l'air et du cuivre ou du protoxyde de cuivre, passe également à l'état d'oxychlorure

$$CuCl^2 + 3Cu + 3O + 4H^2O = 3CuO, CuCl^2, 4H^2O.$$

» Nous sommes donc revenus au point de départ, c'est-à-dire en présence du chlorure de sodium et de l'atakamite initiaux ; tandis qu'une proportion de cuivre métallique, égale à celle qui était à l'état de bioxyde dans l'atakamite, a passé à l'état de protoxyde, en s'unissant à l'oxygène atmosphérique.

» Toutes ces réactions sont d'ailleurs exothermiques, ainsi qu'il est facile de le calculer, et leur réalité se constate par des expériences directes.

» C'est ce cycle de réactions, indéfiniment reproduit, qui détruit le cuivre métallique enseveli dans des terrains humides, et même le cuivre conservé dans nos musées, et le transforme en protoxyde.

» La surface du métal une fois entamée et une trace de chlorure de sodium introduit dans son épaisseur, l'attaque se poursuit lentement; elle détermine de proche en proche l'oxydation et le gonflement du métal oxydé, et par suite sa désagrégation jusqu'au cœur même de la masse. »

ZOOLOGIE. — *Sur un* Octopus *nouveau de la basse Californie, habitant les coquilles des Mollusques bivalves.* Note de MM. **Ed. Perrier** et **A.-T. de Rochebrune.**

« Parmi les Mollusques faisant partie d'un riche envoi d'objets d'Histoire naturelle, adressé de la basse Californie au Muséum par M. Diguet, voyageur de cet établissement, notre attention s'est portée sur un Céphalopode du genre *Octopus*, nouveau pour la Science, présentant, en outre, dans son genre de vie, des particularités exceptionnelles.

» Cet *Octopus*, que nous dédions au zélé naturaliste qui vient de le découvrir, peut être caractérisé de la façon suivante :

Octopus Digueti *E. Perr.* et *Rochbr.*

» Corps bursiforme, court; tête modérément large, assez brusquement tronquée en avant, au-dessus des yeux; ceux-ci d'une extrême petitesse; bras tous d'égale longueur, subquadrangulaires, se terminant en pointe aiguë; ombrelle étroite, envoyant des prolongements minces jusque vers la première moitié externe des bras; ventouses disposées sur deux rangs, celles de la base des bras, larges, espacées, celles de la dernière moitié de ces organes, très petites et excessivement rapprochées. Couleur dans l'alcool, d'un violet sombre sur les régions supérieures, jaunâtre en dessous, finement pointillée de violet pâle. Longueur totale du corps y compris la tête $0^{m},033$. Largeur maxima $0^{m},021$. Longueur moyenne des bras $0^{m},055$.

» Cette forme présente une certaine analogie avec l'*Octopus punctatus* Gabb., également de la basse Californie, mais il en diffère par une taille toujours petite, tandis que l'*O. punctatus* peut acquérir de fortes dimensions; également aussi par la longueur uniforme de tous les bras, par la petitesse exceptionnelle des yeux, la disposition de l'ombrelle et des ventouses, enfin par l'aspect plus trapu du corps et sa coloration, dont il faut tenir compte pour la distinction des espèces du genre *Octopus*.

» Tous nos exemplaires sont à peu près de taille identique, de plus, ils sont incontestablement adultes, ainsi qu'il résulte des faits que nous allons exposer.

» Mais avant tout, établissons ce fait, de prime abord paradoxal : *les Poulpes couvent !* L'observation date d'Aristote, mais elle paraît être depuis tombée dans l'oubli.

» Les Polypes (*Poulpes*) couvent, dit Aristote, et ils maigrissent parce qu'ils ne mangent point pendant qu'ils couvent. » (ED. CAMUS, *Hist. des animaux*, liv. V, p. 259; in-4°, 1783.)

» Les Polypes, ajoute-t-il, ne couvent qu'après s'être totalement débarrassés de leurs œufs, ils les couvent sur le lieu même où ils les ont déposés; la femelle quelquefois se met sur ses œufs, quelquefois elle se place à l'entrée du trou où elle les a jetés et ramasse ses bras pour les mieux couvrir (*loc. cit.* ,liv. V, p. 285).

» Les Polypes, dit encore Aristote, cherchent un lieu commode pour y déposer leurs œufs; ce sera, par exemple, l'intérieur d'un Coquillage, le fond d'un vase ou quelque autre creux, et ils suspendent leurs œufs aux parois de ce creux (*loc. cit.*, liv. V, p. 283).

» De même que ceux d'Aristote, notre Poulpe couve, comme nous allons le démontrer; mais de plus, parmi tous les modes d'incubation qui lui étaient possibles et à l'égard desquels le Poulpe commun demeure indifférent, il en a choisi un qu'il a régularisé et auquel il demeure exclusivement attaché.

» En effet, sur six spécimens d'*O. Digueti*, que nous possédons, quatre sont contenus dans l'intérieur des valves de Mollusques lamellibranches rencontrées vides par les *Octopus*, soit trois dans celles de la *Cytherea squalida* Sow., et un dans celles du *Pecten dentatus* Sow. L'animal est tapi entre les deux valves, et en dessus et en dessous de lui ses œufs sont fixés sur ces valves. Cet habitat est évidemment choisi intentionnellement par le mollusque. Est-ce à titre définitif? Est-ce seulement pour la durée de la période d'incubation? C'est un point qui reste à élucider.

» Comme les Polypes d'Aristote, l'*O. Digueti* couve donc ses œufs, ἐπωάζει τα ὢα, pour nous servir de l'expression même d'Aristote; il les couve dans un nid fait de l'enveloppe testacée de Mollusques lamellibranches.

» Ses œufs semblent différer dans leur arrangement, après la ponte, de ceux des autres *Octopus* connus.

» Pour Aristote, les œufs de Polypes (*Poulpes*) forment comme une touffe, ils ressemblent aux fruits du Peuplier blanc (*loc. cit.*, liv. V, p. 257.) Plus loin, il dit : « La masse que ces œufs forment ressemble aux touffes (grappes) de la vigne sauvage, leur quantité est considérable. Il

faut ordinairement cinquante jours pour que les petits Polypes rompent l'enveloppe de leurs œufs et sortent; c'est comme une infinité de petites Araignées qui rampent ». (*Loc. cit.*, liv. V, p. 283.)

» Tryen (*Man. of Conch.*, vol. I, p. 45, tab. 19, f. 3) décrit et figure les œufs d'*Octopus punctatus*. Ces œufs, dit-il, sont attachés séparément à une tige commune, au nombre d'environ 25, ils forment une sorte de grappe, ils sont allongés, oblongs, transparents et incolores.

» Fischer (*Man. de Conch.*, p. 333) rapporte : que les œufs d'*Octopus* sont réunis par petits groupes de 8 à 20; leur forme est globuleuse chez l'*O. vulgaris*, ovoïde chez l'*O. punctatus*.

» Nos œufs d'*O. Digueti* sont à divers degrés de développement; entre les valves du *Pecten dentatus*, nous avons compté 60 œufs et petits.

» Chaque œuf est contenu dans une oothèque épaisse, parcheminée, longuement elliptique, d'un blanc nacré, translucide par places, mesurant 9^{mm} de long sur 3^{mm} de large, et attachée, soit à la valve supérieure, soit à l'inférieure, par un filament de 4^{mm} de long, excessivement ténu et résistant, parfois légèrement contourné à la base, et s'épaississant à son point d'insertion en une sorte d'empâtement d'un brun jaunâtre. Ces oothèques sont invariablement groupées par 3 ou 4; mais les groupes sont épars, sans ordre régulier.

» Les œufs sont d'abord d'un jaune sale, ovoïdes; l'extrémité tournée vers le pédoncule de l'oothèque est aiguë, et ils mesurent 4^{mm} de long sur 2^{mm} de large.

» Le jeune Poulpe, à sa naissance, mesure 5^{mm},5 de long sur 3^{mm} de large, les bras sont recroquevillés autour de la tête qui supporte, comme d'habitude, un sac vitellin, ovoïde, blanc-jaunâtre, opaque, de 4^{mm} de haut sur 3^{mm} de large.

» Ce sac vitellin, relativement très grand chez les *Sepia* et les *Loligo*, très petit dans les *Argonautes*, d'après Kölliker (*Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden;* 1844), acquiert chez notre *Octopus*, comme chez ses congénères, un volume relativement considérable.

» Il est impossible de ne pas rapprocher le genre de vie adopté, au moins pendant la période d'incubation, par l'*Octopus Digueti* du genre de vie que mènent les Crustacés bien connus sous le nom de *Bernard-l'Hermite* et qui forment la famille des Paguridæ. Chez l'*Octopus Digueti*, comme chez les Paguridæ, l'instinct qui pousse l'animal à se loger dans une coquille n'apparaît pas d'emblée; il est une simple modification de l'instinct plus vague répandu dans le genre *Octopus* tout entier, qui pousse

l'animal à s'abriter dans des cavités, à y pondre et à y couver. D'habitude, le poulpe se contente d'un abri quelconque : fente de rocher, espace laissé libre entre un bloc de rocher et le sol, carapace de crustacé, coquille de mollusque; parmi tous ces genres d'abri, l'*Octopus Digueti* fait un choix, il s'arrête aux coquilles des grands Bivalves; l'instinct se trouve alors spécialisé et revêt ainsi un caractère exceptionnel qui retient l'attention.

» L'un de nous, coordonnant les observations recueillies par les naturalistes qui ont étudié l'instinct a montré qu'il en était de même dans les types les plus divers du règne animal, et que *lorsqu'un animal présente une forme d'instinct remarquable, cette forme d'instinct peut presque toujours être considérée comme une spécialisation ou un perfectionnement d'un instinct plus général et plus vague, très répandu dans le groupe zoologique auquel appartient l'animal considéré* (1) ».

BOTANIQUE. — *Signification de l'hermaphrodisme dans la mesure de la gradation des végétaux;* par M. **Ad. Chatin**.

« J'ai fait connaître la signification, pour la mesure de la gradation des espèces végétales, de la non-multiplication des parties homologues, de la variété et de la localisation des organes; j'étends aujourd'hui le même ordre de recherches à l'hermaphrodisme.

» Pour se dégager d'une façon moins nette et surtout moins régulière que dans les études précédentes, la signification de l'hermaphrodisme n'est pas toutefois contestable.

» Je considérerai les végétaux par grands groupes, les Dicotylédones s'étageant dans l'ordre marqué à la fois par la limitation des parties homologues, la variété des organes et leur localisation.

» L'Agamie, qui bientôt ne sera plus qu'un nom dans l'histoire de la Botanique, va chaque jour réduisant son domaine, même chez les Thallophytes, son dernier refuge, où, à la suite de l'Isogamie, l'Hétérogamie, peut être rattachée à la Monœcie et à la Diœcie.

---

(1) E. Perrier, *Éléments d'Anatomie et de Physiologie animale*, p. 209; 1882. — *Les explorations sous-marines*, p. 299; 1886. — *L'évolution mentale; préface au livre de* Romans, *l'Intelligence des animaux*, p. XXIII; 1887. — *Traité de Zoologie*, p. 361; 1890.

» Quant aux Cryptogames cellulaires acrophytes, Hépatiques et Mousses, leur reproduction, qui s'opère toujours par anthérozoïdes et archégones, est nettement dioïque ou monoïque.

» Il en est de même des Cryptogames vasculaires, Fougères, Équisétacées, etc., qui, fécondées peu après la germination des spores, et encore à l'état de thallus, développent alors des tiges qui, chaque année pendant toute leur vie, laquelle peut être séculaire, produisent des spores fertiles; merveilleuse fécondation pérennante dont se rapproche, à quelques égards, celle de la Reine des abeilles, qui n'est fécondée qu'une fois pour toute la durée de sa vie.

» Les Gymnospermes déjà marquées d'infériorité par leurs fleurs sans enveloppes, par leurs ovules nus, leurs cotylédons multiples, le très gros albumen et leur apparition hâtive sur le globe, sont uniformément unisexuées, soit dioïques (Cycadées), ou monoïques (Conifères, Gnétacées).

» Il faut arriver aux Phanérogames pour voir apparaître l'hermaphrodisme vrai, qu'il est instructif de suivre, dans son mouvement ascendant et parfois parallèle, chez les Monocotylédones et les Dicotylédones.

» Les Monocotylédones à fleurs nues (Naïadées vraies, Aroïdes) sont, comme les Gymnospermes, encore unisexuées.

» Les Glumacées non périanthées sont, les unes toujours unisexuées (Typhacées, Restiacées, Ériocaulées), d'autres seulement partiellement hermaphrodites (Graminées et Cypéracées).

» Quant aux Glumacées périanthées, elles se présentent, ou généralement unisexuées (Palmiers) ou la plupart hermaphrodites (Joncées).

» L'hermaphrodisme devient plus fréquent chez les Monocotylédones à périanthe corolloïde. C'est ainsi que parmi les Inférovariées, si les Hydrocharidées et les Dioscorées sont uniformément unisexuées, les Hypoxidées ne le sont qu'en partie et que l'hermaphrodisme est l'état régulier dans les belles familles des Orchidées, Broméliacées, Amaryllidées et Amomées.

» Parmi les familles superovariées, on voit encore la Sagittaire monoïque dans les Alismacées, mais l'hermaphrodisme existe seul chez les Comméllinées, Xiridées, Liliacées et ordres de moindre importance.

» Au résumé, l'hermaphrodisme prend une place importante dans les Monocotylédones et il s'y développe à peu près parallèlement à la variété et à la localisation des organes.

» Le grand embranchement des Dicotylédones présente à son tour, en bas, des fleurs unisexuées, en haut, mais plus nettement, plus exclusivement que les Monocotylédones, des fleurs hermaphrodites.

» Dans les Apétales, les Amentacées en général, les Morées, Artocarpées, Urticées et Cannabinées sont unisexuées; viennent ensuite, partiellement hermaphrodites, les Aristolochiées, Chénopodées, Daphnées, Laurinées, Polygonées, Protéacées, Santalacées, Thymélées.

» Les Dialypétales épigynes, qui comptent des espèces unisexuées dans les Ombellifères, Araliacées, Saxifragées, Rosacées, sont hermaphrodites chez les Bruniacées, Cactées, Mésembryanthémées, Mélastomées, Myrtacées.

» Dans la série nombreuse des Dialypétales hypogynes, sont généralement unisexuées: les Euphorbiacées, Bégoniacées, Cucurbitacées, Zanthoxylées, Bixacées, etc.

» Viennent ensuite, plus ou moins encore unisexuées, près de cinquante familles, parmi lesquelles les Renonculacées, Annonacées, Magnoliacées, Caryophyllées, Bombacées, Aurantiacées, Méliacées, Malpighiacées, Sapindacées, Rutacées et Légumineuses.

» Bien moins nombreuses les Dialypétales hermaphrodites, où l'on compte toutefois les Crucifères, Papavéracées, Nymphéacées, Violariées, Portulacées, Malvacées, Butnériacées, Géraniacées.

» A. Brongniart, voulant marquer l'infériorité des Thalamiflores de de Candolle, devenues avec les Apétales, ses Dialypétales, a dit que la généralité de leurs ordres comptent des espèces sans pétales; il eût pu ajouter, sans s'écarter beaucoup de la réalité, que la plupart de ces ordres ont des représentants unisexués.

» Avec les Gamopétales l'hermaphrodisme devient la règle, les marquant ainsi d'un nouveau caractère d'élévation.

» Si, chez les Gamopétales, épigynes quelques familles importantes : Composées, Valérianées et Rubiacées sont encore partiellement unisexuées, d'autres : Campanulacées, Dipsacées et Caprifoliacées, ne comptent que des espèces hermaphrodites.

» Mais c'est avec les Gamopétales hypogynes ou Corolliflores que l'hermaphrodisme se montre sans partage, ajoutant ainsi un nouveau caractère à tous ceux qui élèvent cette classe au-dessus des autres, y compris les Gamopétales épigynes.

» Si tout au bas du groupe on trouve encore : dans les Plantaginées aquatiques, le *Littorella* monoïque; dans les Orobanchées parasites l'*Epiphegus*

polygame; à l'hermaphrodisme appartiennent exclusivement les Ericacées et des Rhododendrées diplostémones; les Plombaginées, Primulacées, Apocynées, Asclépiadées, Loganiacées, Solanées, Convolvulacées, Gentianées, Polémoniacées et Borraginées isostémones; les Labiées, Globulariées, Verbénacées, Acanthacées, Scrofulariées, Bignoniacées, Gesnériacées méiostémones; en somme, l'ensemble des Corolliflores.

» Des faits qui viennent d'être exposés ressort, incontestée, cette proposition : l'Hermaphrodisme, attribut naturel des végétaux, est ainsi que la limitation du nombre des parties homologues, que la variété et la localisation des organes, le caractère plus spécial des Corolliflores, les plus élevées, sous tous les rapports, de leurs espèces.

» C'est dire, une fois de plus, que ce sont les Corolliflores que les botanistes descripteurs devront à l'avenir placer au faîte de la série des Dicotylédones, le rang subordonné des Thalamiflores et aussi des Gamopétales épigynes étant surabondamment établi.

» J'ai, en de précédentes études, montré la solidarité, le parallélisme qui existe entre végétaux et animaux, quant à la non-multiplicité des parties homologues, à la variété et à la localisation des organes. Or, il faut le reconnaître, l'accord ne se maintient plus sur la question de sexualité.

» L'Hermaphrodisme, attribut très général des végétaux, devient, au contraire, exception chez les animaux.

» Mais, si la solidarité que j'ai signalée précédemment entre les végétaux et les animaux fait ici défaut, si même au lieu de solidarité il y a opposition manifeste, c'est qu'un nouveau facteur, l'appareil nerveux, lequel préside à la vie de relation impliquant la volonté et la locomotilité, intervient, caractéristique du règne animal.

» Les exceptions viennent confirmer la règle en montrant que l'hermaphrodisme est l'apanage de certains animaux aux mouvements lents (Mollusques terrestres, Ténia, Douve, etc.), et surtout de ceux qui vivent attachés pour toujours au sol (Huître commune, la plupart des Bryozoaires, Cirrhipèdes, Tuniciers, etc.).

» Une dernière remarque.

» Si l'hermaphrodisme, relativement rare chez les animaux, trouve chez ceux qui le présentent sa raison d'être dans la perte de la locomotilité, on pourrait s'étonner que la séparation des sexes soit fréquente dans les plantes si l'on ne considérait que, en outre de quelques cas tout spéciaux (Vallisneria, etc.) :

» 1° Dans beaucoup de végétaux inférieurs (Cellulaires acrogènes,

Cryptogames vasculaires), l'élément mâle est représenté par des Anthérozoïdes, petits êtres doués d'une locomotilité temporaire qui leur permet d'aller à la recherche des appareils femelles (Archégones) et de pénétrer à leur intérieur pour féconder l'oosphère;

» 2° Dans la plupart des plantes à fleurs unisexuées monoïques, les étamines, entremêlées aux pistils, ou même placées au-dessus d'eux, n'ont qu'à ouvrir leurs anthères pour que le pollen tombe sur les stigmates;

» 3° Dans les plantes dioïques le pollen est ordinairement d'une ténuité telle que son transport par les vents peut assurer [des faits nombreux, les uns d'observation journalière (pluies dites *de soufre*), les autres historiques, l'établissent] la fécondation à de très grandes distances.

» On pourrait encore, avec Darwin, faire intervenir ici les insectes, quoique leur rôle, nul dans les nombreuses plantes cléistogames, ait été singulièrement exagéré, comme d'autres conceptions du savant naturaliste anglais. »

ZOOLOGIE. — *Note de* M. **Edmond Perrier** *accompagnant la présentation d'un Ouvrage sur l'« Histoire des Étoiles de mer ».*

En offrant à l'Académie l'*Histoire des Étoiles de mer* recueillies durant les expéditions scientifiques du *Travailleur* et du *Talisman*, M. Edmond Perrier s'exprime ainsi :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie, au nom de M. Milne-Edwards, Chef des missions scientifiques du *Travailleur* et du *Talisman*, et au mien un volume de 430 pages et de 26 planches in-4°, consacré à la description des Étoiles de mer recueillies durant les campagnes d'exploration des grands fonds de la Méditerranée et de l'Atlantique, accomplies par ces deux navires de l'État. Les spécimens d'Étoiles de mer récoltés pendant ces campagnes sont d'environ 630, appartenant à 78 espèces, dont 61 étaient nouvelles pour la science au moment où elles ont été récoltées. La région explorée est comprise entre le 46^e et le 15^e degré de latitude nord, le 6^e de longitude est et le 30^e de longitude ouest; entre 26^m et 5005^m de profondeur.

» Le nombre des spécimens recueillis par le *Travailleur* et le *Talisman*, celui des types nouveaux que les expéditions scientifiques françaises du cap Horn et celles d'Alexandre Agassiz dans le golfe du Mexique et la mer des Antilles ont mis entre mes mains m'ont permis de présenter dans l'Ouvrage dont je fais aujourd'hui hommage à l'Académie une refonte

complète de l'histoire de la plus nombreuse des cinq classes d'Échinodermes. Depuis mes derniers Mémoires sur ce sujet, Percy Sladen a publié un magnifique Ouvrage consacré à la description des Étoiles de mer recueillies par le *Challenger*, mais qui est, en réalité, une monographie presque complète de la classe entière. Le nombre des espèces dont cette classe s'est enrichie a nécessité une description beaucoup plus détaillée des diverses formes, une étude attentive et méthodique des variations dont elles sont susceptibles; en même temps, il a fallu modifier dans une certaine mesure les limites des genres adoptés. J'ai donc été amené à reprendre, dans ce nouvel Ouvrage, la description de quelques espèces qui pouvaient paraître suffisamment caractérisées autrefois, mais qui ne l'étaient plus depuis la découverte d'espèces voisines; de ce nombre sont les formes recueillies, dans la mer des Antilles, par Al. Agassiz, que j'ai décrites à nouveau d'une façon complète toutes les fois que cela m'a paru utile et que j'ai dû répartir soit entre les nouveaux genres cités par Sladen pour les espèces du *Challenger*, soit entre les genres que j'ai dû, à mon tour, définir.

» Dans les deux gros Volumes qu'il a consacrés à l'histoire des Étoiles de mer recueillies par le *Challenger*, Sladen propose, avec une terminologie spéciale, toute une classification, en apparence nouvelle, des Étoiles de mer. En comparant cette classification à celle que j'ai proposée en 1884, il est facile de reconnaître que, malgré la différence des principes sur lesquels elles sont fondées, la classification de Sladen ne diffère guère de la mienne que par une inversion dans la disposition des genres et des familles, de telle façon que si on lit à rebours la liste de Sladen on retombe à très peu de chose près sur la mienne. L'économie même de la classification, l'enchaînement des formes restent identiques.

» On peut conclure de là que la classification des Étoiles de mer peut être aujourd'hui considérée comme définitive. Je n'ai pas cru devoir fusionner deux à deux les quatre ordres que j'avais précédemment adoptés, comme le fait Sladen; j'en ai au contraire admis un cinquième, celui de VELATA pour les formes voisines des *Pteraster*. Ces ordres moins étendus sont plus naturels, plus homogènes, et se prêtent à une meilleure répartition des familles.

» Après avoir mis en lumière les lois de la structure et des modifications secondaires des squelettes des Étoiles de mer, j'ai pu me servir de ces lois pour introduire plus de précision dans les descriptions, et j'ai été conduit ainsi à remanier les familles des PEDICELLASTERIDÆ, des ASTERIDÆ, des Zo-

roasteridæ, des Stichasteridæ, dans lesquelles j'ai défini plusieurs genres nouveaux. Les familles des Zoroasteridæ et des Stichasteridæ sont maintenues auprès des Asteridæ; c'est par une malheureuse inspiration que Sladen les a placés au voisinage de la famille des Linckiidæ, dont elles ne se rapprochent que par la grandeur des pièces squelettiques.

» A l'ordre des Velata a été ajoutée une famille absolument nouvelle, celle des Myxasteridæ, à bras nombreux et à tente dorsale rudimentaire.

» Les genres de la famille des Archasteridæ ont été délimités à nouveau, ainsi que ceux de la famille des Pentagonasteridæ, et les limites de ces deux familles ont été établies autrement : les genres *Pseudarchaster* et *Aphroditaster*, classés dans la première par Sladen, ont été reportés dans la seconde, réunis sous le nom d'*Astrogonium* qu'ils portaient auparavant et rapprochés des *Paragonaster* dont ils diffèrent à peine.

» Il est à remarquer que le nombre des espèces communes aux récoltes du *Challenger*, du *Blake* et des navires français, est extrêmement restreint. La différence des méthodes de récolte peut expliquer ce résultat pour le *Challenger*, il n'en est pas de même pour le *Blake* qui a exploré la mer des Antilles, au moins aussi complètement que les expéditions françaises ont pu le faire pour la région européo-africaine de l'Atlantique; il y a là certainement une différence frappante dans la faune. Il est encore très remarquable qu'aucun des types recueillis ne soit exclusivement propre aux abîmes. Chaque famille abyssale a des représentants littoraux en quelque point du globe; mais la réciproque n'est pas vraie, et nombre de familles littorales, celles des Asteriidæ, des Echinasteridæ, des Solasteridæ, des Asterinidæ notamment, n'ont aucun représentant dans la faune profonde. »

M. A. Chauveau fait hommage à l'Académie d'un opuscule intitulé : *La vie et l'énergie chez l'animal*.

C'est un exposé des principes d'après lesquels l'auteur compte entreprendre l'étude expérimentale des sources et des transformations de la force mise en œuvre dans l'ensemble des travaux physiologiques qui constituent les manifestations de la vie.

Ces principes sont déduits des faits déjà établis dans la science et des contributions personnelles de l'auteur. Il insiste surtout sur l'état d'abstinence, comme étant la condition nécessaire à la détermination de la véritable valeur des processus chimiques et thermogénétiques adéquats au travail

physiologique de l'économie animale. L'alimentation ne *change* rien à ces processus. Elle y *ajoute* seulement ceux qui lui sont propres.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1894.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Grand prix des Sciences mathématiques. — MM. Darboux, Picard, Poincaré, Jordan, Hermite réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Appell et Bertrand.

Prix Bordin. — MM. Poincaré, Picard, Lévy, Appell, Darboux réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Resal et Boussinesq.

Prix Francœur. — MM. Darboux, Hermite, Bertrand, Poincaré, Picard réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Appell et Jordan.

Prix Poncelet. — MM. Hermite, Bertrand, Darboux, Poincaré, Sarrau réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Lévy et Appell.

Prix extraordinaire (Mécanique). — MM. de Bussy, Guyou, de Jonquières, Sarrau, Bouquet de la Grye réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Deprez et Lévy.

RAPPORTS.

NAVIGATION. — *Rapport de la Section de Géographie et de Navigation sur les sinistres de la pêche d'Islande*. M. GUYOU, rapporteur.

« La pêche d'Islande, sur les dangers de laquelle M. Jean Aicard a appelé l'attention de l'Académie (séance du 12 février 1894), est en effet une des professions maritimes qui occasionnent le plus de sinistres. A de bonnes années, malheureusement trop rares, dans lesquelles la flottille

ramène ses équipages au complet, succèdent des années désastreuses où la mortalité atteint 6 et 7 pour 100; elle s'éleva même à 10 pour 100 en 1888, pour les équipages de Dunkerque. Ces sinistres produisent chaque fois une émotion d'autant plus vive qu'ils frappent en général sur de petits centres de population dont ils laissent toutes les familles en deuil.

» Hâtons-nous de dire cependant que la mortalité moyenne est loin d'atteindre ces terribles proportions; d'après une statistique [1] roulant sur 29 années et sur une moyenne annuelle de 860 hommes du quartier de Paimpol, elle est de 1,52 pour 100.

» En janvier 1840, à la suite de désastres attribués aux départs prématurés des bateaux de pêche, le Gouvernement interdit le départ de la flottille avant le 1er avril. Ce régime dura jusqu'en 1864, époque à laquelle, après enquête auprès des intéressés et avis des commandants de la station d'Islande, la liberté fut rétablie.

» Depuis cette époque, à chaque campagne malheureuse, la question de la réglementation s'est posée de nouveau; l'Administration de la Marine a procédé à plusieurs enquêtes dont les résultats sont restés contradictoires, sauf un seul, l'accumulation du plus grand nombre des naufrages dans une période qui comprend le voyage d'aller et la première pêche. Cette pêche se fait sur les côtes sud de l'île, elle dure non pas seulement pendant le mois de mars, mais encore pendant tout le mois d'avril et le commencement de mai.

» Voici, en effet, les totaux mensuels de la statistique de Paimpol de 1864 à 1892 :

	Victimes.		Victimes.	
Février	65	Juin	»	Moyenne annuelle 862 hommes. Total : 380 victimes en 29 ans.
Mars	108	Juillet	»	
Avril	129	Août	6	
Mai	38	Septembre	34	

» Ces chiffres semblent montrer que la réglementation des départs au 1er avril aurait pour résultat de diminuer notablement la proportion des sinistres. Cependant les avis des commandants de la station d'Islande sur ce point sont partagés.

» D'un autre côté, les statistiques relatives au régime de la réglementation et au régime actuel sont loin d'être convaincantes. D'après un écrit

(1) Rapport de M. Leissen, Commissaire de l'Inscription maritime à Paimpol (mai 1893).

publié en 1891 (1) par M. le commissaire Littaye, chef du service de la Marine à Dunkerque, les statistiques montrent que « le régime de la liberté » absolue n'a pas eu pour résultat d'occasionner plus de victimes que le » système de la réglementation ».

» De la statistique de Paimpol pour les années écoulées depuis l'introduction de la pêche dans la baie de Saint-Brieuc, c'est-à-dire depuis 1842 jusqu'en 1863, il résulte que la mortalité d'un régime à l'autre n'a varié que de 1,28 à 1,52 (2). Ajoutons enfin que les sinistres signalés plus haut, qui ont décimé en 1888 les équipages de Dunkerque, se sont produits du 23 au 28 avril, c'est-à-dire à une époque où tous les pêcheurs auraient été rendus sur les lieux de pêche malgré la réglementation.

» Si enfin l'on consulte les intéressés eux-mêmes, on trouve les pêcheurs et les armateurs du Nord réclamant ou acceptant la réglementation du 1er avril; au contraire, pêcheurs et armateurs bretons réclament énergiquement le maintien du *statu quo* ou acceptent tout au plus la date du 1er mars.

» Pour placer la question qui nous occupe sous son vrai point de vue, il est indispensable d'expliquer cette divergence d'avis des intéressés.

» Les pêcheurs du Nord salent la morue en barils, et obtiennent un produit de choix dont l'écoulement se fait sur les marchés de l'intérieur. Les pêcheurs bretons au contraire salent la morue en *vrac* dans la cale; leurs produits sont de qualité inférieure et trouvent leur principal écoulement sur les marchés étrangers. Les premiers n'ont à craindre qu'une concurrence réciproque; une réglementation commune ne peut donc pas porter un grave préjudice à leur industrie. Les seconds au contraire ont à lutter avec la concurrence étrangère; ils subissent les cours des marchés, et, ces cours décroissant du mois de juin aux mois de septembre et octobre, ils ont un intérêt majeur à arriver le plus tôt possible. Enfin, il convient d'insister sur ce point que, dans les deux régions, armateurs et pêcheurs ont une communauté d'avis résultant de la communauté des intérêts; dans le Nord les pêcheurs sont payés proportionnellement à leur récolte personnelle; en Bretagne, leur paye est, en outre, proportionnelle au *prix net de vente*.

» Pour ces derniers, la première pêche est de beaucoup la plus rému-

---

(1) *Pêche de la Morue*, Challemel, éditeur.

(2) Il convient toutefois de dire que cette statistique ne roule que sur une moyenne annuelle de 300 hommes.

nératrice; la réglementation aurait donc pour effet de porter un coup fatal à leur industrie ou, du moins, de la réduire à un état précaire.

» Les circonstances actuelles sont bien différentes de celles qui existaient en 1840. Alors, en effet, la pêche était monopolisée par les pêcheurs du Nord, et l'intervention du Gouvernement, dans la réglementation des départs, se bornait à prêter la sanction de son contrôle et de son autorité à une mesure universellement consentie par les intéressés. Il s'agirait au contraire aujourd'hui d'imposer une réglementation commune à deux industries distinctes dont l'une, celle qui est en voie de prospérité, en serait gravement atteinte.

» On conçoit donc les hésitations du Gouvernement devant une mesure aussi grave, en faveur de laquelle ni les statistiques comparatives, ni les personnes compétentes ne fournissent d'arguments convaincants.

» Pour justifier des dispositions aussi exceptionnelles, il faudrait qu'il fût prouvé que l'élévation de la mortalité est due à des circonstances particulières à cette navigation et surtout que ces dispositions n'auraient pas, par contre-coup, des conséquences aussi funestes que celles qu'elles tendraient à éviter.

» Or il résulte, d'une part, de l'analyse des causes des naufrages dans la statistique mentionnée plus haut, que tous ceux de février et de septembre, soit le quart du total, ont eu lieu dans les traversées d'aller et de retour; et, si l'on tient compte du nombre relativement faible des bateaux en mer à ces époques, on arrive à ce résultat que la mortalité sur les lieux de pêche n'excède pas beaucoup celle qui frapperait la flottille dans le cabotage des mers du Nord, c'est-à-dire dans une navigation qu'il ne saurait être question de réglementer.

» D'autre part, les sinistres maritimes dépendent moins des dangers des régions et des intempéries des saisons, que du rapport de ces causes à la valeur du matériel et du personnel. Nous avons pu constater, à l'aide de renseignements qu'a bien voulu mettre à notre disposition M. le Directeur du Bureau *Veritas*, qu'en Islande les navires vieux et usés étaient surtout frappés. Or, toute mesure atteignant une industrie dans sa prospérité a pour conséquence inévitable un amoindrissement de valeur du matériel et du personnel. Le bon matériel et le personnel expérimenté vont d'eux-mêmes aux industries rémunératrices, c'est-à-dire florissantes; c'est ce que montre clairement la comparaison de l'âge moyen des bateaux expédiés en 1894 par Paimpol où l'industrie est prospère (8 ans) et par Dunkerque où elle est en décroissance (17 ans). Par suite, pour la flottille bretonne,

la réglementation proposée en vue de la diminution d'un des termes du rapport dont dépendent les sinistres aurait pour conséquence une diminution simultanée du second terme, et le résultat final risquerait fort d'être contraire au but poursuivi.

» Ajoutons enfin qu'à un autre point de vue, non moins humanitaire, une mesure qui compromettrait l'industrie à laquelle la population du quartier de Paimpol, autrefois très pauvre, doit actuellement une aisance relative, aurait peut-être des conséquences sinon aussi dramatiques, du moins aussi funestes que les sinistres que l'on veut éviter.

» Nous sommes ainsi conduits à conclure que, pour ce qui concerne les pêcheurs bretons, la réglementation des départs au 1er avril pourrait être plus nuisible qu'utile.

» Nous émettrons cependant, avec la réserve que nous impose le côté administratif et commercial du sujet, l'avis qu'il ne serait peut-être pas impossible de donner satisfaction à tous les intérêts en cause, en établissant pour les bateaux de pêche deux régimes distincts, suivant que leurs produits seraient destinés à l'importation ou à l'exportation. Les premiers subiraient la réglementation et on laisserait aux derniers la liberté actuelle, sauf à exiger d'eux des garanties supérieures dans le matériel et le personnel.

» Nous estimons d'ailleurs que la valeur de beaucoup de bateaux, et il faut bien le dire aussi, l'instruction de certains capitaines, ne sont actuellement en rapport ni avec les difficultés de la navigation, ni avec le chiffre élevé des équipages de pêche, et qu'il serait indispensable de prendre des mesures en vue d'améliorer cet état de choses.

» Pour ce qui concerne l'amélioration du matériel, nous ne nous dissimulons pas que l'action des commissions de visite est peu efficace; elle ne peut guère que prévenir de trop grands écarts au-dessous d'un état moyen qui est, comme nous l'avons montré plus haut, la conséquence forcée du degré plus ou moins grand de prospérité de l'industrie. Peut-être obtiendrait-on des résultats utiles en modifiant la législation des primes d'encouragement attribuées à la pêche de manière à tenir compte de l'âge des navires.

» Pour ce qui concerne l'instruction des capitaines, le moyen est tout indiqué : augmenter les programmes et recommander plus de sévérité aux commissions d'examen. Les capitaines sont, il est vrai, recrutés parmi les pêcheurs, et il est impossible d'exiger d'eux des connaissances étendues; il est cependant vraisemblable que l'on pourrait aujourd'hui augmenter des programmes qui n'ont pas varié depuis 1840.

» Telles sont les conclusions que nous a suggérées l'étude du sujet. Nous proposons à l'Académie de les porter à la connaissance des Ministres de la Marine et du Commerce. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Julhe** adresse une Note intitulée : « La diffusion des gaz, cause principale de l'insalubrité des poêles mobiles ».

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain.)

M. **Delaurier** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur un appareil pour la clarification, la purification et l'aération des eaux impures ».

(Commissaires : MM. Marey, Mascart, Duclaux.)

M. **Delaurier** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Navigation aérienne pyrotechnique sans ballon ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Nouveaux éléments paraboliques de la comète Denning.* Note de M. L. **Schulhof**, présentée par M. Tisserand.

« Les éléments suivants sont basés sur 9 observations du 27 mars, deux observations du 1er avril et une observation du 6 avril.

» M. Bigourdan a eu l'obligeance de me communiquer ses observations des 1er et 6 avril.

T = 1894 février 13,2765, temps moyen de Paris.

π	132°.20'.38'',0	Équ. et écl. moy. de 1894,0
☊	75.36. 9,8	
i	6.31.48,8	
$\log q$	0,085214	

» La représentation du second lieu laisse subsister les écarts : $\Delta\alpha = +21'',2$ $\Delta\beta = +4'',2$. Il est donc hors de doute que la parabole ne peut plus satisfaire aux observations.

» Le calcul d'une orbite elliptique rencontre des difficultés exceptionnelles; il sera nécessaire d'attendre un plus grand intervalle d'observation avant de procéder à ce calcul. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Denning (26 mars 1894), faites à l'équatorial coudé de* 0m,318 *à l'observatoire d'Alger;* par MM. **Trépied** et **Renaux**, présentées par M. Tisserand.

Dates 1894.	Étoiles.	Gr.	Comète — Étoile. ΔR.	Comète — Étoile. ΔD.	Nombre de compar.	Obs.
			m s	′ ″		
Mars 27...	1	7,5	−0.53,20	+2.41,6	15:14	T
31...	2	8	−1.54,71	−1.19,8	12: 6	R
Avril 3...	3	8	−2. 8,55	−0.50,3	8: 8	R

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moy. 1894,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1894,0.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1...	½[Weisse₂, n° 1211 + Romberg n° 2227]	9.59.30,90	+2,09	+31.36. 5,5	−1,0
2...	Weisse₂, n° 246	10.14.39,19	+2,06	+29.28.33,1	−0,2
3...	Weisse₂, n° 450	10.24.26,85	+2,04	+27.52.48,2	−1,0

Positions apparentes de la comète.

Dates 1894.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mars 27....	11.17. 0,1	9.58.39,79	$\bar{1},371_n$	+31.38.46,1	0,046
31....	11.13.23,0	10.12.46,54	$\bar{1},353$	+29.27.13,1	0,151
Avril 3....	10.18.31,1	10.22.20,34	$\bar{1},018$	+27.51.56,9	0,150

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Denning* (1894, *mars* 26), *faites à l'observatoire de Toulouse* (*équatorial de* $0^m,25$ *d'ouverture*), par MM. E. Cosserat et F. Rossard; transmises par M. Tisserand.

Dates 1894.	Étoiles de comparaison.	Comète — Étoile. Æ.	Déclinaison.	Nombre de compar.	Observ.
		m s	′ ″		
Avril 6......	*a* 2110 BD + 26°	−1.56,33	− 1.44,8	12:20	E.C
6......	*a* 2110 BD + 26	−1.48,50	− 2.38,0	18:20	F.R
7......	*b* 2119 BD + 26	−1.53,60	−10.11,0	12:24	E.C
7......	*b* 2119 BD + 26	−1.43,26	−11.53,8	9:12	F.R

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1894.	Étoiles de comp.	Ascens. droite moyenne 1894,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Avril 6...	*a*	10.33. 9,63	+2,01	+26.19. 7,7	−1,7	$\frac{1}{3}$[$\frac{1}{2}$(619 + 620) W_2, H.10 + 2 Paris 13042].
7...	*b*	10.35.57,52	+2,00	+25.57. 9,1	−1,9	BB., T. VI.

Positions apparentes de la comète.

Dates 1894.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Avril 6.....	9.42. 9	10.31.15,31	$\bar{2}$,359	+26.17.21,2	0,420
6.....	10.44.59	10.31.23,14	$\bar{1}$,182	+26.16.28,0	0,440
7.....	9.35.42	10.34. 5,92	$\bar{2}$,084	+25.46.56,2	0,428
7.....	10.53.35	10.34.16,26	$\bar{1}$,232	+25.45.13,4	0,457

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* AX *et de la comète Denning* (26 *mars* 1894), *faites à l'équatorial coudé de l'observatoire de Lyon*. Note de M. G. Le Cadet, présentée par M. Tisserand.

Planète AX.

Dates 1894.	Temps moyen de Paris.	Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.	⋆.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Mars 21..	9.37.21	+3. 2,59	− 8.27,6	7:7	10.44.52,77	$9,033_n$	+ 6.45.46,2	0,745	*a*
22..	8.57.58	+2.12,99	− 9.44,9	7:7	10.44. 3,17	$9,224_n$	+ 6.44.28,9	0,748	*a*
23..	9.20. 8	+1.22,45	−11. 9,9	9:9	10.43.12,63	$9,084_n$	+ 6.43. 3,9	0,746	*a*

COMÈTE DENNING

Dates 1894.	Temps moyen de Paris.	Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s			h m s				
Mars 29..	9.52.22	−0. 1,03	− 5.37,5	4:4	10. 5.41,99	8,727	+30.34.39,5	0,361	b
29..	10.23.54	+0. 3,47	− 6.20,9	4:4	10. 5.46,49	9,073	+30.33.56,1	0,376	b
Avril 2..	9. 4.12	+0. 2,68	+ 0.52,8	4:4	10.19. 2,03	$8,619_n$	+28.25.30,8	0,416	c
3..	9. 4.34	+0.39,42	− 2.22,4	4:4	10.22.10,91	$8,591_n$	+27.53.29,7	0,429	d
3..	10.38. 8	+0.20,06	+ 6.13,2	4:4	10.22.23,30	9,173	+27.51.24,9	0,452	e
7..	8.56. 7	+0.18,49	− 5. 7,9	4:4	10.34. 0,86	$8,675_n$	+25.47.58,7	0,476	f

Positions des étoiles de comparaison pour 1894,0.

★.	Asc. droite moy. 1894,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1894,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s			
a BD + 7,2358	10.41.48,44	+1,74	+ 6.54.20,9	−7,1	$\frac{1}{4}$(Par_2 13213 + Y_2 4591 + M_1 5766 + Gl_2 914)
b BD + 30,1974	10. 5.40,94	+2,08	+30.40.16,5	+0,5	$\frac{1}{5}$(W_2 52-3 + 2Y_2 4328 + 2 Leid. Z. 39)
c BD + 28,1877	10.18.57,31	+2,04	+28.24.38,6	−0,6	BB. VI.
d BD + 28,1882	10.21.29,46	+2,03	+27.55.52,9	−0,8	comp. à W_2 10h, 450
e BD + 27,1895	10.22. 1,22	+2,02	+27.45.12,5	−0,8	W_2, 10h, 386
f BD + 26,2112	10.33.40,37	+2,00	+25.53. 8,5	−1,9	Comp. à BB., VI + 26°, 2119

» REMARQUES. — *Avril* 2. — Le ciel est nébuleux, la comète à peine visible.

» *Avril* 3. — (★*d* — W_2 450), $\Delta\alpha = -2^m 57^s,39$, $\Delta\delta = +3'4'',7$.

» *Avril* 7. — (★*f* — BB 2119), $\Delta\alpha = -2^m 17^s,15$, $\Delta\delta = -4'0'',6$; ciel nébuleux.

» La comète présente une condensation de 12e,5 grandeur, avec une nébulosité en éventail très faible de 1′ d'étendue. »

ASTRONOMIE. — *Occultation de l'*Épi de la Vierge, *observée à l'observatoire de Lyon.* Note de MM. G. LE CADET et J. GUILLAUME, présentée par M. Tisserand.

« L'observation a été faite par M. Le Cadet (L. C.) à l'équatorial coudé (0m,32, grossissement 610) et par M. Guillaume, à l'équatorial Brunner (0m,17, grossissement 150) : un accident a d'ailleurs empêché M. Le Cadet d'observer l'émersion.

» Les heures notées sont :

Disparition (L. C.)...........	$16^h 27^m 41^s,2$	T.M.P.
» (G.)...........	16.27.41,5	T.M.P.
Réapparition (G.)...........	17.35.13,9	T.M.P.

» La *réapparition* derrière le bord obscur a été instantanée; quant à la *disparition* sur le bord lumineux, elle a donné lieu aux remarques suivantes :

» 1° *Équatorial coudé* (*L. C.*). — L'état du ciel était favorable; l'image de l'Épi présentait, comme c'est le cas ordinaire dans notre instrument pour les belles étoiles, des anneaux rompus et peu distincts et des queues nombreuses, un peu colorées et assez mouvementées; le bord de la Lune était calme.

» Après que les queues de l'image stellaire eurent atteint le bord de la Lune, l'image s'y souda bientôt, puis pénétra sur le disque en paraissant se rétrécir, les queues ne subsistant plus qu'à l'arrière, et sa partie antérieure brillant nette sur le limbe qui parut ainsi s'échancrer en coin, sans qu'on pût voir cependant une zone plus sombre autour de la perle lumineuse qui figurait l'étoile. Celle-ci s'est éteinte brusquement, alors que son image se projetait à peu près tout entière sur le limbe. L'ensemble de ces phénomènes, depuis le commencement de la soudure, avait duré $1^s,7$.

» 2° *Équatorial Brunner* (*G*). — On avait recouvert l'objectif d'un *écran en réseau :* l'étoile a empiété un peu sur le bord du limbe; et, depuis le commencement du contact jusqu'à la disparition il s'est écoulé de $0^s,4$ à $0^s,5$. Au moment de la disparition, on a noté une projection rapide de rayons bleus en dehors du disque de la Lune.

» L'ensemble de ces observations conduit à deux conséquences assez importantes :

» 1° La comparaison des heures de disparition, notées aux deux instruments, donne une mesure de la précision de ce genre d'observation.

» 2° Par suite de l'addition d'un écran en réseau sur l'instrument le plus petit, l'intensité et la durée des phénomènes singuliers, qui auraient accompagné la disparition de l'étoile, ont été considérablement réduites : ces phénomènes sont donc bien dus, comme M. André l'a indiqué il y a quelques années, à la diffraction dans les instruments mêmes d'observation. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur le rapport conique et la relation conique.* Note de M. **Mozat**, présentée par M. Poincaré.

» Soient, sur une droite, dix points quelconques accolés deux à deux, aa', bb', cc', dd', ee' et une conique quelconque tangente à la droite en un point O. De a et a', je mène les tangentes à la conique et, par leur intersection, je détermine un point A. Je détermine de même les points BCDE, en partant des points bb', cc', dd', ee'. Le rapport anharmonique (E. A, B, C, D) est constant lorsqu'on fait varier la conique et lorsqu'on fait varier son point de contact.

» Ce rapport anharmonique constant est appelé le *rapport conique* des dix points aa', bb', cc', dd', ee'. Il est exprimé par la notation

$$(ee'; aa', bb', cc', dd') = (\text{E. A, B, C, D}).$$

» Si aa', bb', cc', dd' restent constants et que ee' varient, on aura sur la droite une série de points en *relation conique* (le rapport conique $(ee'; aa', bb', cc', dd')$ restant constant).

» Si x et y sont les distances respectives des points variables ee', à un point fixe de la droite, on aura, entre x et y, la relation suivante qui est l'équation générale de la relation conique :

$$\text{M}x^2y^2 + \text{N}xy + \text{P}xy(x+y) + \text{Q} + \text{R}(x+y)^2 + \text{S}(x+y) = 0.$$

» Le rapport conique de dix points ne change pas lorsqu'on les transforme homographiquement. Le rapport conique d'un faisceau de dix droites passant par un point est le rapport conique constant des dix points interceptés par une sécante quelconque.

» Si douze droites, passant par un point S, sont telles qu'une conique quelconque C, passant par S, intercepte sur les douze rayons six cordes aa', bb', cc', dd', ee', ff' enveloppant une conique C', cette propriété se conservera quelle que soit la conique C passant par S.

Les coniques C et C', en variant, se coupent sur quatre rayons dits d'*intersection* passant par S. Il existe de même quatre rayons doubles qui, par leur intersection avec la conique C, déterminent les tangentes communes à C et C' lorsque ces coniques varient. Un faisceau conique a quatre rayons doubles et quatre rayons d'intersection. Le rapport conique de dix points dont un double aa est exprimé par la notation $(ee'; a^2, bb', cc', dd')$.

» Un point doublement double, parmi les dix points, conduit à deux

coniques tangentes. Deux points doublement doubles conduisent à deux coniques bitangentes.

» La relation homographique correspond au cas d'une relation conique ayant deux points doublement doubles.

» Supposons une parabole tangente à la droite sur laquelle se trouve une relation conique et déterminons le centre O de la conique qui correspond à cette relation. En menant de O les deux tangentes à la parabole, on détermine sur la droite deux points A et B qui sont dits les *points centraux* de la relation conique. Ces points ne varient pas lorsqu'on fait varier la parabole et son point de contact.

» Considérons une conique quelconque et une hyperbole dont les asymptotes sont en Ox et Oy. Soient Γ et Γ' les points de contact des tangentes à la conique menée parallèlement à Oy. Soient encore d un point variable de la droite $\Gamma\Gamma'$ et $y_1 y_2$, $y_3 y_4$ les ordonnées des points d'intersection de l'hyperbole et des deux tangentes menées de d à la conique; $Y_1\,Y_2$ les ordonnées d'intersection de $\Gamma\Gamma'$ avec l'hyperbole. On a les relations constantes

$$Y_1 + Y_2 = \frac{y^1 + y_2 + y_3 + y_4}{2},$$

$$Y_1 Y_2 = \frac{y_1 y_2 + y_3 y_4}{2}.$$

Y_1 et Y_2 sont les points centraux de la relation conique déterminée sur l'hyperbole par une tangente variable à la conique.

Relation conique ayant un point doublement double à l'infini. Soient x_1 et x_3, les deux points qui correspondent à x_2; x_2, x_4 les deux points qui correspondent à x_3, etc.; x_{m-2} et x_m les deux points qui correspondent à x_{m-1}.

» Supposons que x_{m+1} se confonde avec x_1, on aura

$$x_1^p + x_2^p + x_3^p + \ldots + x_m^p = \text{const.},$$

lorsque le point x_1 variera, p étant quelconque, mais entier.

» Lorsque deux coniques sont bitangentes aux points à l'infini (deux cercles concentriques, par exemple), la somme des $p^{\text{ièmes}}$ puissances (p étant quelconque, mais entier) des distances des sommets d'un polygone respectivement inscrit et circonscrit aux deux coniques, à une droite quelconque, est constante lorsque le polygone varie. p n'a aucun rapport avec le nombre des côtés.

» Considérons une conique et une sécante variable Oaa' passant par le

point fixe o. Joignons les points aa' d'intersection à un point fixe I du plan. Soient Oaa', Obb', Occ', Odd', quatre positions de Oaa'. On a

$$(\mathrm{I}.\ \mathrm{O}^2;\ aa',\ bb',\ cc',\ dd') = (\mathrm{O}.\ a,\ b,\ c,\ d) = (\mathrm{I}'.\ \mathrm{O}^2;\ aa',\ bb',\ cc',\ dd'),$$

I étant introduit dans la notation, pour désigner le sommet du faisceau; I' étant une autre position de I. On a aussi

$$(\mathrm{I}.\ \mathrm{O}^2;\ \mathrm{O}^2,\ aa',\ bb',\ cc') = (\mathrm{I}'.\ \mathrm{O}^2;\ \mathrm{O}^2,\ aa',\ bb',\ cc').$$

» Rapport conique de dix points dont un double.

» On a

$$(e^2;\ aa',\ bb',\ cc',\ dd') = (\mathrm{A},\ \mathrm{B},\ \mathrm{C},\ \mathrm{D}),$$

A, B, C, D étant les conjuguées harmoniques de e par rapport à aa', bb', cc', dd'. Soient respectivement, sur deux droites se coupant en e, huit points aa', bb', cc', dd', $\alpha\alpha'$, $\beta\beta'$, $\gamma\gamma'$, $\delta\delta'$ tels que

$$(e^2;\ aa',\ bb',\ cc',\ dd') = (e^2;\ \alpha\alpha',\ \beta\beta',\ \gamma\gamma',\ \delta\delta'),$$

A, B, C, D, A_1, B_1, C_1, D_1 les conjuguées harmoniques de e par rapport à aa', bb', cc', dd', $\alpha\alpha'$, $\beta\beta'$, $\gamma\gamma'$, $\delta\delta'$. On aura

$$(\mathrm{A},\ \mathrm{B},\ \mathrm{C},\ \mathrm{D}) = (\mathrm{A}_1,\ \mathrm{B}_1,\ \mathrm{C}_1,\ \mathrm{D}_1),$$

les quatre droites AA_1, BB_1, CC_1, DD_1 enveloppant une conique tangente aux deux droites. AA_1, BB_1, CC_1, DD_1 sont les droites qui joignent les points de rencontre des diagonales des quadrilatères aa', $\alpha\alpha'$, bb', $\beta\beta'$, ...

» Si e est un point doublement double, les droites AA, BB, CC, ..., se coupent en un même point.

» On peut transformer par les polaires.

» *Applications.* — Cette théorie paraît susceptible de nombreuses applications; nous n'en citerons que la suivante relative aux courbes du troisième degré ayant un point double.

» Soient A ce point double, O et I deux autres points de la courbe. Par O je mène une sécante variable $\mathrm{O}m_1m'_1$. Le faisceau $\mathrm{A}m_1$, $\mathrm{A}m'_1$ est un faisceau conique ayant un rayon doublement double AI.

» Soient $\mathrm{O}m_1m'_1$, $\mathrm{O}m_2m'_2$, $\mathrm{O}m_3m'_3$ trois positions de $\mathrm{O}m,\ n'_1$; on a

$$(\mathrm{I},\ \mathrm{A}^2;\ \mathrm{A}^2,\ m_1m'_1,\ m_2m'_2,\ m_3m'_3) = \text{const.},$$

lorsque I varie sur la courbe.

» Soient, par exemple, deux positions I et I' de I, telles que la droite II' coupe la courbe en un point B placé au point de contact d'une tangente

menée de O, les deux faisceaux Im_1, Im'_1; $I'm_1$, $I'm'_1$ auront un rayon double commun, et même rapport conique et le point d'intersection des deux diagonales du quadrilatère formé par ces quatre droites, devra décrire une conique. Cette conique passera par AI et I'. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la réflexion des ondes électriques au bout d'un fil conducteur qui se termine dans une plaque.* Note de MM. **Ed. Sarasin** et **Kr. Birkeland**, présentée par M. Poincaré.

« Dans notre Communication du 6 novembre 1893, nous avons cherché à mettre en évidence le mode suivant lequel les inductions électriques se propagent dans le milieu ambiant tout autour de l'extrémité *libre* d'un fil conducteur, le long duquel arrivent des ondes électriques.

» Nous avons émis l'hypothèse que ladite réflexion résulte du fait que les tubes électriques atteignant le bout du fil sont obligés, par leur inertie, de continuer leur marche; ils s'incurvent alors, leur base contournant immédiatement l'extrémité du fil conducteur, tandis que les parties plus éloignées pivotent avec un retard angulaire (*fig.* 2, Note précitée).

» Cette incurvation des tubes semble indiquer qu'au moment où le tube arrive tout près du bout du fil, la vitesse suivant laquelle ses éléments se déplacent normalement à leur direction diminue, et cela d'autant plus que l'élément se trouve plus rapproché du fil conducteur.

» Or, si on trace les courbes orthogonales sur les tubes électriques consécutifs, on voit sans peine, par un raisonnement géométrique, que le rayon de courbure r d'une de ces courbes est

$$r = \frac{v_n}{v'_n},$$

où v_n est la projection de la vitesse sur la normale à la direction instantanée d'un élément de tube électrique, et v'_n sa dérivée par rapport à la normale à la trajectoire orthogonale.

» En théorie, une telle variation de vitesse n'a rien d'invraisemblable, quand on considère qu'au moment où les tubes électriques arrivent avec une certaine densité au bout du fil qui les conduit, ils se trouvent en présence d'une capacité plus grande, c'est-à-dire dans une région où les tubes ont une tendance à s'accumuler, l'état électrique devenant statique.

» Cette hypothèse sur la vitesse n'est pas infirmée par ce résultat expé-

rimental qu'on ne trouve aucun retrait sensible du premier nœud, lorsqu'on fait les mesures à la surface même du fil conducteur. D'abord, la région où nous admettons ces vitesses diminuées est très peu étendue, puis notre formule pour r montre que même d'assez faibles variations de v'' sont suffisantes pour renvoyer, sous forme d'une onde « réfléchie », une quantité considérable de l'énergie, par ce fait que celle-ci se trouve si fortement accumulée, tout près de la surface métallique du fil conducteur.

» Pour confirmer et compléter nos vues sur la nature de la réflexion, nous avons, en dernier lieu, étendu nos recherches au cas où l'extrémité du fil conducteur précédemment libre est armée d'un disque métallique. Nous avons employé, à cet effet, des disques de laiton de 5, 10, 15, 24, 32, 40, 60^{cm} de diamètre, et enfin une grande plaque de zinc de $2 \times 1,3^{mq}$ de surface, fixés normalement sur l'extrémité du fil.

» Avec ces plaques, nous avons d'abord déterminé les trois premiers nœuds aux distances 2^{cm} et 30^{cm} du fil conducteur, en employant notre petit cercle de $10^{cm},5$ de diamètre. Les résultats numériques sont donnés par les séries I et II du Tableau ci-dessous. Tous ces chiffres sont les moyennes de 10 mesures.

» Nous avons fait la même série de mesures pour le cercle de 25^{cm} de diamètre, mais à la seule distance de $2^{cm},5$ du fil.

» La série III donne les résultats, comme moyenne, de cinq mesures. En outre, nous avons précédemment fait une série de mesures semblables pour un second carré donnant Ca. $3^{m},5$ d'internœud.

		L'excédent	Plaque de							
		libre.	5^{cm}.	10^{cm}.	15^{cm}.	24^{cm}.	32^{cm}.	40^{cm}.	60^{cm}.	$2 \times 1^{mq},3$.
		cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
I.	1^{er} nœud.....	16,0	11,1	7,2	4,3	»	»	»	»	»
	2^{e} »	56,4	51,2	45,2	43,8	41,1	»	39,0	»	38,6
	3^{e} »	96,5	89,0	84,0	81,1	79,2	»	79,8	»	76,3
II.	1^{er} nœud.....	7,7	1,4	6,1	»	»	»	»	»	»
	2^{e} »	51,5	46,4	40,4	37,7	34,5	»	35,0	»	37,8
	3^{e} »	93,5	86,7	79,8	78,9	76,9	»	75,4	»	77,2
III.	1^{er} nœud.....	45,3	42,5	35,0	30,0	21,6	13,5	»	»	»
	2^{e} »	156,5	150,6	139,4	133,5	123,8	117,3	116,0	111,7	107,0
	3^{e} »	265,0	»	250,0	235,8	230,9	224,9	224,3	219,0	214,0

» En second lieu, nous avons aussi, avec la plupart de nos plaques, cherché les orientations du cercle de $10^{cm},5$, pour lesquelles l'effet total

des deux chocs qui en excitent les oscillations est aussi grand que possible.

» Les figures ci-dessous représentent les résultats obtenus : 1° pour la plaque de 10^{cm}, 2° pour la grande plaque de $2 \times 1^{mq},3$.

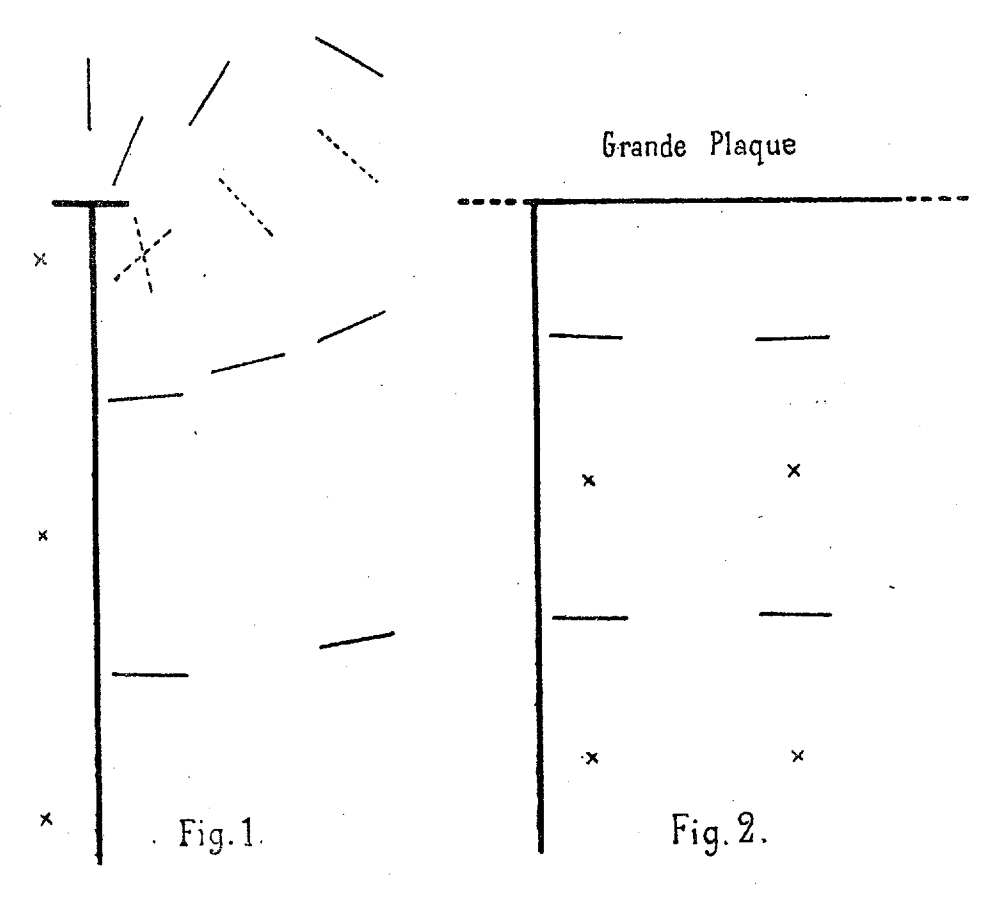


Fig. 1. Fig. 2.

» Les nœuds sont indiqués, dans la même figure, par de petites croix correspondant à la position du centre du cercle.

» Notre Tableau numérique montre que tous les nœuds se retirent aussitôt que l'extrémité du fil conducteur est armée d'une plaque, et l'on observe que, quand les plaques sont très petites par rapport à la longueur d'onde, ce retrait des nœuds est sensiblement égal au diamètre de la plaque, tandis que, pour des plaques de plus en plus grandes, le retrait approche de la limite $\frac{\lambda}{4}$.

» Ce résultat, comparé avec ceux obtenus pour les orientations d'effet

maximum, représentés dans la figure, semble indiquer que pour les petites plaques la *réflexion* est essentiellement de même nature que pour l'extrémité libre du fil conducteur, c'est-à-dire que les tubes de Faraday tournent autour des plaques.

» Tandis que, avec des plaques de plus en plus grandes, on voit se produire à la surface métallique, une réflexion réelle de plus en plus marquée, qui en vient à masquer complètement l'onde contournant la plaque.

» Nous avons pu, jusqu'à un certain point, contrôler cette conclusion. En terminant le fil conducteur avec des disques de 80^{cm} et 10^{cm} de diamètre, nous avons bien nettement trouvé un maximum d'*effet électrique* sur notre petit résonateur de $10^{cm},5$ derrière la plaque, dans le voisinage immédiat de son centre, où doivent, dans notre hypothèse, converger les tubes qui la contournent.

» L'étincelle observée avec le résonateur placé en face du centre de la plaque, son plan normal à celle-ci, s'éteignait ordinairement à 20^{cm} environ de ce point pour reparaître quelquefois, mais très difficilement, dans le voisinage du bord de la plaque.

» En discutant ce dernier résultat, il faut se rendre compte que les phénomènes d'interférences doivent être voilés, par ce fait que les tubes électriques sont probablement de plus en plus raréfiés à mesure qu'on se rapproche des bords du disque, la surface sur laquelle ils se répartissent étant plus grande.

» Nos résultats s'appliquent aussi à l'excitateur de Hertz.

» Là les disques formant les capacités sont toujours petits par rapport à la longueur d'onde, de sorte que les tubes de Faraday font le tour autour d'eux avec une vitesse variable ayant comme limite supérieure la vitesse de la lumière. S'il en est ainsi, il faut que la longueur du contour d'une section méridienne d'un excitateur de révolution soit toujours inférieure à la longueur d'onde correspondante, ce qui est vrai pour les excitateurs que nous connaissons. »

MAGNÉTISME. — *Propriétés magnétiques du fer à diverses températures.* Note de M. P. Curie, présentée par M. Lippmann.

« J'ai étudié les propriétés magnétiques du fer doux entre 20° et 1375° pour des champs magnétisants variant de 25 à 1300 unités C. G. S.

» La méthode employée est celle que j'ai déjà utilisée pour l'étude des

corps faiblement magnétiques ([1]). On mesure la force qui agit sur un morceau de fer placé dans un champ magnétique qui n'est pas uniforme. Lorsque la température est plus basse que 780°, on se sert d'un fil de fer, orienté dans la direction du champ, pour que la force démagnétisante provenant de l'aimantation du corps soit aussi faible que possible (on a employé généralement des fils de 1^{cm} de longueur et de $0^{cm},002$ à $0^{cm},020$ de diamètre). A une température supérieure à 780° la force démagnétisante devient négligeable quelles que soient la forme et la grosseur du morceau utilisé.

» Les courbes de la *fig.* 1 et le Tableau ci-joint donnent pour diverses températures l'intensité d'aimantation spécifique en fonction de l'intensité du champ H ([2]).

	Champs magnétisants.										
Températures.	1300.	1600.	750.	300.	150.	100.	75.	50.	25.	15.	10.
20° ...	216,3	216,2	215,7	201,3	183,7	171,8	164,3	153,7	136	123?	
275 ...	207,5	207,5	207,1	200,3	184,3	171,1	162	151,8	138	126?	117?
477 ...	189,6	189,5	188,9	186,8	180,3	173,0	166,2	155,0	140,5	129?	117?
601 ...	164,0	164,0	164,0	162,9	158,8	154,9	152,0	147,8	137,0	129	114?
688 ...	127,1	127,1	126,8	124,7	121,8	119,9	117,9	114,7	108,6	100	89?
720 ...	100,7	100,4	100,1	97,8	94,4	92,9	91,0	88,4	84,5	82	
740,4...	64,0	62,3	61,3	58,5	57,1	55,2	53	50,5	46?		
744,6...	50,1	47,6	45,4	39,2	34,6?	32,5?	31,0?	29,5?	27?		
748,2...	37,3	33,1	29,2	19,4	14,0?	11,5?	10,0?	8,7?	6,5?		
752,2...	18,2	15,0	12,2	5,3	3,5?						
756,4...	9,62	7,4	5,55	2,22	1,11	0,74					
760,5...	5,85	4,5	3,38	1,35	0,67	0,45					
764,4...	4,42	3,4	2,55	1,02	0,51	0,34					
767,9...	3,51	2,7	2,03	0,81	0,40	0,27					
780,4...	1,88	1,45	1,09	0,43	0,20	0,145					

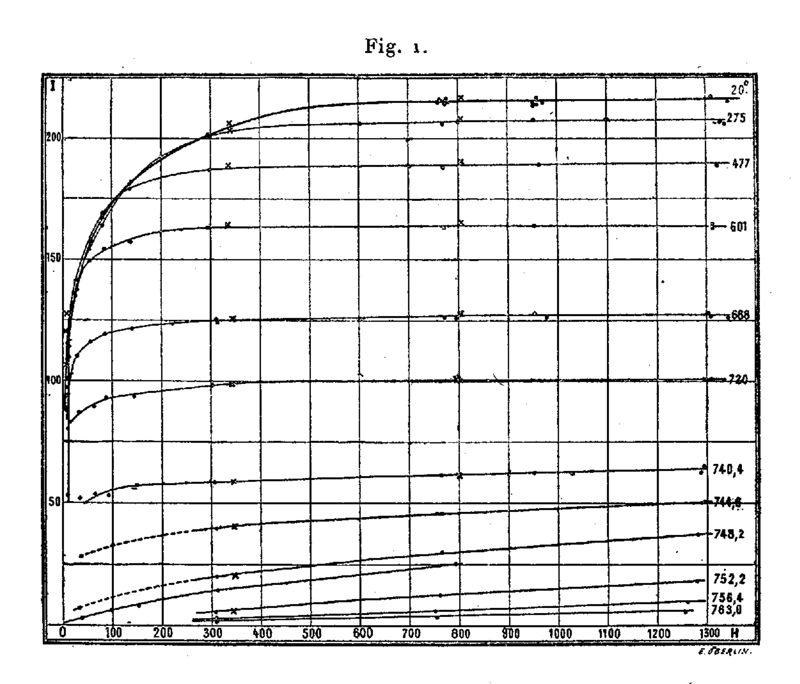
» Pendant les mesures, le champ variait périodiquement de + 1300 à — 1300, on a donc obtenu les courbes d'aimantation cyclique du fer dans lesquelles les phénomènes d'hystérésis magnétiques jouent ordinairement un grand rôle; mais, dans le cas du fer doux et pour des champs aussi intenses, les effets de l'hystérésis sont presque négligeables et ne sauraient

(1) *Comptes rendus,* t. CXV, p. 805 et 1292; 1893; t. CXVI, p. 136; 1893.

(2) On a admis $0,79.10^{-6}$ pour coefficient d'aimantation spécifique de l'eau. Il suffit de multiplier les nombres du Tableau par la densité du fer pour avoir l'intensité d'aimantation en volume dont on fait usage d'ordinaire.

masquer les propriétés du phénomène principal ([1]). On a donné, sur la figure et dans le Tableau, les valeurs de l'intensité d'aimantation pour certains champs lorsque ceux-ci sont obtenus dans leur période croissante.

Fig. 1.



» L'observation des courbes suggère quelques remarques :

» Lorsque le champ croît de 0 à 1300, les courbes relatives à deux températures différentes s'écartent d'abord peu l'une de l'autre, sans toutefois se confondre, pendant toute une portion de leur tracé; puis ces courbes se séparent franchement. C'est ainsi que la courbe relative à 275° se sépare à peine de la courbe de 20° tant que le champ est inférieur à 300 unités. De même, la courbe de 477° s'écarte peu des courbes de 20° et de 275° tant que le champ est inférieur à 100 unités, etc. On peut imaginer une courbe limite qui serait celle vers laquelle tendent les autres courbes lorsque la température absolue tend vers zéro. La courbe d'une température quelconque s'écarterait peu de cette courbe limite sur une portion de son tracé d'autant plus longue que la température serait plus basse.

([1]) M. Hopkinson a fait une étude très complète des propriétés magnétiques du fer aux températures inférieures à celle de transformation. Les champs utilisés étaient relativement faibles, et les phénomènes d'hystérésis jouent alors un rôle considérable.

» On peut admettre que la courbe à 20° donne à peu de chose près, pour les champs inférieurs à 450 unités, la première partie du tracé de cette courbe limite.

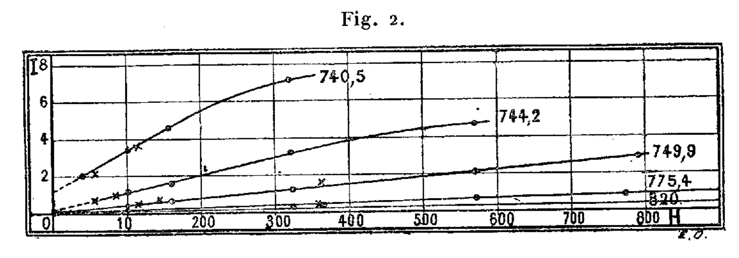
» Pour faciliter les explications nous distinguerons dans une des courbes trois parties : une portion initiale dont nous venons de parler, une dernière portion pour laquelle l'intensité d'aimantation est presque constante, quel que soit le champ; enfin une portion qui sert à raccorder les deux autres. Pour la courbe de 601°, par exemple, la portion initiale est relative aux champs inférieurs à 40 unités, la portion intermédiaire suit jusqu'à un champ voisin de 400 unités; de 400 à 1300 l'intensité d'aimantation est presque constante. A 740° et pour des températures supérieures à celle-là, la dernière portion a disparu.

» A partir de 756° et jusqu'à 1375° les courbes ne sont plus que des droites passant par l'origine. Cela signifie que pour les températures supérieures à 756° le fer a un coefficient d'aimantation constant (pour des champs magnétisants compris entre 25 et 1300 unités).

» Le fer passe donc progressivement de l'état de corps ferro-magnétique à l'état de corps faiblement magnétique à coefficient d'aimantation constant.

» La *fig.* 2 se rapporte à des expériences faites avec un autre échantillon de fer dans le but de préciser autant que possible la forme de la courbe $I = f(H)$ aux températures voisines de son changement d'allure.

Fig. 2.



» A 737°, 3 (expériences non représentées sur la figure) I augmente progressivement de 22 à 24 pour des champs variant de 7 à 90 unités. Les courbes doivent passer par l'origine et y avoir un point d'inflexion. On voit alors nettement, d'après les expériences faites à 737°, 3 et à 740°, 5 et 744°, que l'on doit avoir une augmentation très rapide de I pour les champs faibles suivie d'un changement de direction absolument brusque. La quantité $\left(-\frac{d^2 I}{dH^2}\right)$ doit passer nécessairement par un maximum pour un champ

plus faible que ceux qui ont été utilisés dans les mesures (¹). A 775°,4 et à 820° le coefficient d'aimantation est constant.

» On peut chercher à se faire une idée du mécanisme de la transformation des courbes quand la température s'élève. Nous proposons l'interprétation suivante : nous avons distingué trois portions dans les courbes relatives à l'état ferro-magnétique. Dans la première portion on a, pour les champs faibles, un coefficient d'aimantation énorme (en faisant abstraction des phénomènes d'hystérésis). Ce coefficient est du même ordre de grandeur quelle que soit la température et semble plutôt augmenter quand la température s'élève. La longueur de cette première portion est de plus en plus courte lorsque la température est de plus en plus élevée, si bien que vers 750° cette première portion disparaît. D'autre part, lorsque la température s'élève, la troisième portion à intensité d'aimantation constante des courbes ne se présente plus pour les limites des champs employés. Toute la courbe est alors constituée par une partie de la deuxième portion intermédiaire, et cette partie ne présente bientôt plus de courbure sensible dans les limites des champs employés. Ainsi on est amené à la conception suivante : aux températures élevées le fer commence par s'aimanter avec un coefficient initial énorme; mais il se fait, presque dès le début, un brusque changement dans la direction de la courbe $I = f(H)$, le champ et l'intensité d'aimantation étant encore extrêmement faibles; la courbe se présente ensuite comme une droite beaucoup moins inclinée et qui semble passer par l'origine. »

CHIMIE. — *Sur la fusibilité des mélanges de sels.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Je me propose d'étudier dans cette Note la fusibilité des mélanges de sels capables de se combiner pour former des sels doubles; ces mélanges

(¹) Il convient toutefois de faire remarquer qu'aux températures où l'on peut suivre le changement d'allure des courbes, les expériences sont fort pénibles et se font dans des conditions particulièrement défavorables, parce que l'intensité d'aimantation varie avec la température avec une extrême rapidité. A 737°, par exemple, la température doit être maintenue constante à $\frac{1}{10}$ de degré près pendant toute une série d'expériences pour que les résultats puissent être utilisés.

Les degrés et dixièmes de degré indiqués ont seulement de l'intérêt pour définir les différences de températures pour des expériences successives faites avec un même échantillon; mais les températures indiquées ne sont comparables qu'à 15° près pour des expériences faites avec des échantillons différents.

correspondent aux solutions aqueuses des sels qui forment des hydrates. J'ai démontré antérieurement, pour les solutions aqueuses, que chaque corps différent ou chaque état différent d'un même corps avait une courbe de solubilité distincte ; la même démonstration est valable pour les mélanges salins. Par conséquent deux sels qui fourniront entre eux une seule combinaison définie auront une courbe de fusibilité composée de trois branches distinctes, l'une correspondant à la cristallisation de l'un des sels simples, la seconde à la cristallisation de l'autre sel simple, et la troisième à celle du sel double.

» Je n'ai pas à revenir ici sur la forme des courbes relatives aux deux sels simples ; elle est la même que si le sel double n'existait pas. Celle du sel double a nécessairement une forme différente ; sa température de cristallisation la plus élevée est celle qui correspond à sa fusion simple, puis cette température s'abaisse progressivement par l'addition au mélange de quantités croissantes de l'un ou l'autre des sels composants et tend, dans les deux cas, à se rapprocher du zéro absolu quand la proportion dans le mélange de l'un ou l'autre des sels simples tend à s'annuler. Les trois courbes présenteront, deux à deux, un certain nombre de points d'intersection qui limiteront les régions utiles de chacune d'elles. Les portions de ces courbes correspondant à un état d'équilibre stable sont nécessairement celles qui, pour un mélange donné correspondent à la température de cristallisation la plus élevée, dans le cas du moins où la cristallisation est accompagnée d'un dégagement de chaleur. Suivant la position relative de ces trois courbes la cristallisation du sel double se produira entre des limites de concentration plus ou moins étendues, ou même ne se produira pas du tout si sa courbe est entièrement inférieure à celle des sels simples. C'est là l'explication de ce fait bien connu, que certains sels doubles ne peuvent être obtenus par fusion, tandis qu'on les prépare facilement à plus basse température en présence de dissolvants appropriés. Lorsqu'une portion de la courbe du sel double dépasse celle des sels simples, tantôt son sommet, c'est-à-dire le point de fusion du sel double isolé, sera sur cette partie stable de la courbe et le sel double pourra être fondu sans décomposition, tantôt il sera en dehors et, dans ce cas, la fusion du sel double sera accompagnée de la précipitation de l'un des sels simples. Ce second cas est celui de la plupart des hydrates salins qui prennent naissance dans les dissolutions aqueuses, tel le sulfate de soude hydraté qui fond à 33° en laissant déposer une certaine quantité du sel anhydre. Le premier cas est tout à fait exceptionnel pour les solutions aqueuses : il a été

découvert par M. Bakkhuis Roozeboom dans les hydrates du chlorure de calcium et du chlorure ferrique, auxquels on peut encore ajouter l'hyposulfite de soude. Pour les mélanges salins, au contraire, ce cas semble être le plus fréquent; c'est du moins celui que j'ai rencontré jusqu'ici le plus souvent. J'en donnerai deux exemples se rapportant l'un au carbonate double de potasse et de lithine, l'autre à un borophosphate de soude.

» Dans les Tableaux ci-dessous, le coefficient de solubilité s exprime le nombre d'équivalents de carbonate de lithine dans le premier exemple, de phosphate de soude dans le second, rapportés à un équivalent de mélange.

$KO\,Co^2 - Li\,O\,Co^2$

Carbonate potassique		Sel double		Carbonate lithique	
s.	*t.*	*s.*	*t.*	*s.*	*t.*
0,0	860	0,33	492	0,62	492
0,09	777	0,395	500	0.666	525
0,165	720	0,442	505	0,77	600
0,20	682	0,50	515	0,835	638
0,31	590	0,545	505	0,91	673
0,395	515	0,62	492	1,0	710

$Bo^3\,NaO - PhO^5\,2NaO.$

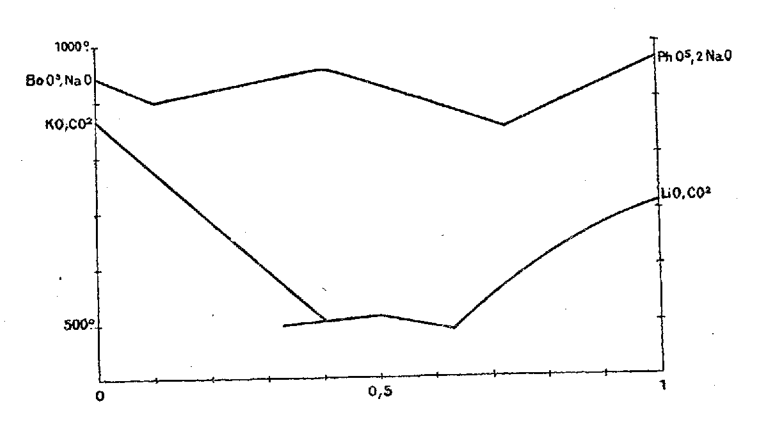
Borate monosodique		Sel double		Phosphate bisodique	
s.	*t.*	*s.*	*t.*	*s.*	*t.*
0,0	940	0,23	932	0,715	850
0,07	918	0,33	952	0,895	925
0,09	910	0,375	960	1,0	970
		0,41	960		
		0,44	950		
		0,50	930		
		0,715	850		

» Ces résultats sont représentés par les courbes ci-contre.

» Le carbonate double potassico-lithique est un sel parfaitement cristallisé, possédant une double réfraction énergique, se décomposant rapidement au contact de l'eau. Il résulte de l'union à équivalents égaux des carbonates simples.

» Le borophosphate de soude est caractérisé par son absence d'action sur la lumière polarisée, ce qui le différencie nettement des deux sels simples constituants. Mais il subsiste une certaine incertitude sur sa for-

mule; en la déterminant d'après la position du point de fusion le plus élevé, on n'arriverait à aucun résultat simple, c'est là une question que je chercherai à élucider ultérieurement.



» Les mélanges de carbonates de potasse et de lithine ont donné lieu à un phénomène de sursaturation intéressant qui a permis de prolonger la courbe du sel double, comme on s'en rend compte sur la figure, un peu au delà de son intersection avec la courbe du carbonate de potasse. C'est un résultat analogue à celui que l'on obtiendrait si l'on pouvait refroidir une dissolution de chlorure de sodium au-dessous du point de congélation de son cryohydrate ou mélange eutectique, — 21, en lui conservant l'état liquide.

» Dans ces expériences, je me suis particulièrement attaché à déterminer exactement la forme de la courbe relative au sel double au voisinage de son sommet; il est intéressant de savoir si, en ce point, la courbe présente une tangente horizontale ou un point anguleux? J'ai eu autrefois sur ce sujet une discussion avec M. Bakkhuis Roozeboom au sujet de ses expériences sur la solubilité du chlorure de calcium, mais nous ne sommes arrivés ni l'un ni l'autre à aucune conclusion certaine. Mes expériences actuelles sembleraient indiquer un point anguleux pour le carbonate potassico-lithique, et une courbe continue pour le borophosphate de soude, mais dans les deux cas la courbe est beaucoup trop surbaissée, l'angle des tangentes trop obtus pour permettre de formuler une conclusion ferme. L'intérêt de cette question résulte de ce que l'existence d'un point anguleux permettrait d'affirmer que le sel double subsiste dans le mélange fondu sans éprouver de dissociation appréciable.

» J'ai achevé ici de passer en revue les formes normales des courbes de

fusibilité des mélanges salins. J'aurai seulement à revenir sur certaines formes anormales, si pourtant je réussis à les débrouiller. Je citerai entre autres les mélanges : NaO, SO^3 — CaO, SO^3, NaCl — AgCl, NaCl — ZnCl, ZnCl — PbCl. Il semble exister pour plusieurs de ces couples salins des combinaisons définies, isomorphes avec l'un des composants. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur des combinaisons du bioxyde et du bisulfure de molybdène avec les cyanures alcalins.* Note de M. E. **Péchard** (¹), présentée par M. Troost.

« L'hydrate de bioxyde de molybdène a déjà été préparé par Berzélius en réduisant, au moyen du molybdène, une dissolution chlorhydrique d'acide molybdique. Il est facile d'obtenir une dissolution acide de bioxyde sans employer de molybdène métallique, par un des procédés suivants :

» 1° Un molybdate alcalin dissous dans un excès d'acide chlorhydrique est mélangé d'iodure de potassium. Une ébullition prolongée met de l'iode en liberté, et la liqueur rouge ainsi obtenue, traitée par un alcali, abandonne de l'hydrate de bioxyde de molybdène.

» 2° En électrolysant une dissolution de molybdate d'ammoniaque dans l'acide chlorhydrique ou l'acide oxalique, on obtient également une dissolution acide de bioxyde de molybdène.

» Si l'électrolyse est faite à chaud en liqueur fortement ammoniacale, il se dépose sur l'électrode négative un enduit brun qui n'adhère qu'imparfaitement.

» Ce dépôt très long à se former, n'est pas de l'hydrate sesquimolybdique, comme l'a indiqué Smith (²) qui s'en est servi pour le dosage électrolytique du molybdène, mais l'hydrate MoO^2, H^2O, comme je l'ai vérifié en pesant l'acide molybdique que fournit ce corps oxydé par l'acide nitrique.

» Le précipité floconneux jaune obtenu par l'un des procédés précédents est bien du bioxyde de molybdène, ce qu'il est facile de constater en l'oxydant par une dissolution titrée de permanganate de potassium.

» I. *Action du bioxyde de molybdène sur le cyanure de potassium.* — Le bioxyde de molybdène se dissout très facilement dans une dissolution de

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

(²) *Deuts. chem. Gesell.*, p. 753; 1880.

cyanure de potassium qui devient alors très alcaline. La liqueur ainsi obtenue est d'un beau bleu et, après concentration, abandonne des aiguilles bleues qui constituent une combinaison du cyanure MoO^2Cy^2 avec le cyanure de potassium.

» Pour enlever les traces d'alcali interposé entre les cristaux, on laisse digérer ce corps dans de l'alcool qui ne le dissout pas sensiblement. Ce sel est très soluble dans l'eau et sa dissolution bleue est stable en présence des alcalis. Sa composition correspond à la formule $MoO^2Cy^2 + 2KCy$ ainsi que le montrent les nombres suivants :

	Calculé.		Trouvé.		
MoO^2	128	41,29	41,4	41,3	»
Cy^4	104	33,55	32,8	»	33,2
K^2	78	25,16	25,7	»	24,9
	310	100,00	99,9	»	»

» La dissolution de ce cyanure double, traitée par un acide étendu, prend une coloration brune. Les acides concentrés la décomposent avec dégagement d'acide cyanhydrique et formation d'un précipité brun gélatineux qui, soustrait immédiatement à l'action de l'acide par des lavages à l'eau et desséché dans le vide, correspond à la formule MoO^2Cy^2. Si on laisse ce corps au contact de l'acide, surtout à chaud, il se décompose, abandonne de l'acide cyanhydrique et comme produit final donne une dissolution contenant du bioxyde de molybdène. Cette réaction caractéristique m'a permis de faire l'analyse de ce composé et d'y doser le cyanogène et le bioxyde de molybdène.

» La dissolution bleue du cyanure double donne avec les sels des métaux lourds des précipités diversement colorés qui peuvent servir à caractériser ces métaux. Le précipité est blanc bleuâtre avec les sels de plomb ; il est brun clair avec les sels de cuivre, bleu verdâtre avec les sels mercuriques et brun foncé avec les sels d'argent. Le précipité brun obtenu avec les sels d'argent correspond à la formule $MoO^2Cy^2 + 2AgCy$.

» II. *Combinaison du bisulfure de molybdène avec le cyanure de potassium.* — Une dissolution acide de bioxyde de molybdène traitée par l'hydrogène sulfuré donne un précipité brun rougeâtre de bisulfure de molybdène. Ce précipité desséché et chauffé dans un courant d'hydrogène ne perd pas de poids et présente bien les caractères du bisulfure. Le bisulfure fraîchement préparé se dissout facilement à chaud dans le cyanure de potassium en donnant une liqueur colorée en vert foncé qui, par évaporation, aban-

donne un sel analogue à celui qui vient d'être décrit. Ce composé peut être préparé très facilement en faisant bouillir avec un excès de cyanure de potassium une dissolution de sulfomolybdate de potassium. La liqueur, d'abord rouge, passe au vert et abandonne par refroidissement une masse noire formée de fines aiguilles ayant pour formule $MoS^2Cy^2 + 2KCy$.

	Calculé.		Trouvé.	
MoS^2.............	160	46,79	47	46,9
Cy^4..............	104	30,41	30,6	30,1
K^2...............	78	22,80	22,5	22,9
	342	100,00	100,1	99,9

» Ce sel, traité par les acides à chaud, abandonne de l'acide cyanhydrique et il reste dans la liqueur un précipité brun de bisulfure de molybdène. C'est une réaction analogue à celle que donne le composé oxygéné correspondant.

» La dissolution verte du cyanure sulfuré est précipitée par l'alcool et donne, avec les sels des métaux lourds, des précipités de couleur caractéristique, verte avec les sels de plomb, rouge avec les sels d'argent et brune avec les sels de cuivre.

» Les deux composés MoO^2 et MoS^2, qui jouent le rôle de radicaux divalents dans les combinaisons du molybdène, se comportent donc de même dans ces cyanures doubles. C'est également le bioxyde de molybdène qui donne avec les sulfocyanates la magnifique coloration rouge caractéristique des molybdates et indiquée par Skey (¹). J'ai tenté vainement d'isoler le composé rouge qui se forme alors, mais j'ai pu constater que l'acide acétique modifie complètement cette réaction.

» Un mélange de sulfocyanate de potassium et de molybdate acide de potassium, qui se colore en rouge-pourpre au contact d'un acide énergique, prend seulement par l'acide acétique une teinte jaune foncée et abandonne par évaporation des prismes jaunes dont la composition correspond à la formule $Mo^3O^{10}K^2 + CAzSK + 4H^2O$.

» Ce sel est décomposé par l'eau avec dépôt de trimolybdate potassique. J'ai dosé le sulfocyanate en l'oxydant par une dissolution titrée de permanganate et dosant, comme vérification, l'acide sulfurique formé.

» On peut obtenir un sel ammoniacal analogue, stable en présence de

(¹) *Bull. Soc. ch.*, t. X, p. 30; 1868.

l'acide acétique, mais décomposable par l'eau. Ces deux sels sont solubles dans l'acide chlorhydrique étendu, et la liqueur orangée ainsi obtenue donne la coloration pourpre caractéristique résultant de la formation de bioxyde de molybdène quand on lui ajoute du zinc ou de l'éther. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'emploi du polissage dans l'étude de la structure des métaux.* Note de M. **Osmond**, présentée par M. Troost.

« La méthode la plus souvent appliquée à l'étude de la structure des métaux est celle des attaques par des réactifs chimiques appropriés. Le polissage n'est alors qu'une opération préliminaire destinée à préparer des surfaces planes convenables pour l'attaque.

» M. Sorby avait cependant remarqué que le polissage seul faisait, dans certains cas tel que celui de l'acier de cémentation, apparaître nettement la structure. M. le professeur Martens et surtout M. Behrens, dans son Traité de la structure microscopique des métaux et des alliages, ont donné d'autres exemples analogues.

» J'ai essayé de rendre ce procédé plus général et plus systématique en terminant le polissage au moyen de poudres plus douces que le plus doux des constituants du métal, notamment par le sulfate de baryte et le sulfate de chaux précipités. On obtient ainsi une double indication : d'abord la production de creux ou de reliefs et, ensuite, l'ordre d'apparition de ces creux ou de ces reliefs.

» Il est d'ailleurs facile de distinguer sous le microscope un relief d'un creux par l'artifice suivant que je n'ai vu décrit nulle part : on place l'objectif un peu au-dessous du point et on le relève lentement : les reliefs qui paraissaient d'abord brillants sur fond plus sombre deviennent progressivement sombres sur fond plus brillant ; les creux présentent les apparences inverses, de sorte que deux photographies prises l'une un peu au-dessus et l'autre un peu au-dessous du point moyen sont le négatif l'une de l'autre.

» Ce procédé d'investigation a le défaut d'être assez lent et pénible, mais il fournit, en général, des renseignements plus nombreux, plus complets et plus précis que les attaques. D'ailleurs, l'usage de l'une des méthodes n'exclut nullement celui de l'autre et on ne saurait trop varier les moyens de contrôle.

» Comme exemple des résultats fournis par le polissage, je prendrai

l'acier extra-doux à différents états. L'échantillon qui m'a servi contient 0,14 pour 100 de carbone; il a été obtenu au four Martin-Siemens et forgé en barre ronde de 13mm.

» On sait qu'un tel métal est formé de grains polyédriques de fer, tantôt juxtaposés, tantôt séparés par des filaments de carbure de fer mélangés ou non de lamelles ou de granulations métalliques. Les grains de fer ne sont pas attaqués par les réactifs chimiques avec une vitesse uniforme : l'acide azotique étendu de 50 volumes d'eau leur donne des colorations qui varient du jaune paille au bleu foncé en passant par le brun; le même acide, étendu de 5 volumes d'eau, laisse certains grains blancs et brillants (en lumière normale à la surface) tandis que d'autres sont gravés et noirs. Ces différences paraissent dues à l'inégale porosité des grains, porosité que l'on pourrait appeler moléculaire pour la distinguer de la porosité visible qui peut exister dans les métaux. Ces grains, en effet, ne sont pas mécaniquement homogènes : ce sont des assemblages de granulations, de globulites inégalement soudés et qui montrent une certaine tendance, personnelle ou pseudomorphique, à prendre une organisation lamellaire.

» Quand on applique à ce métal la méthode de polissage décrite ci-dessus, les filaments carburés apparaissent d'abord seuls et en relief; ensuite les grains inégalement attaquables s'usent aussi avec une vitesse inégale et se distinguent facilement les uns des autres; enfin, les joints des grains se dessinent en creux et la surface même des grains se dépolit et se granule. L'acide azotique tend au contraire à confondre sous une même coloration noire les filaments carburés, les joints élargis des grains et les grains les plus poreux.

» Dans le même acier trempé à 1000°, température supérieure à celle du plus élevé des points de transformation du fer, des grains de fer, de formes assez irrégulières, sont groupés les uns à côté des autres de façon à constituer un réseau polygonal. Les grains enveloppants poussent à l'intérieur des mailles de fines branches parallèles séparées par une substance plus dure. Cette structure, qui est celle des aciers recuits à 0,50 pour 100 de carbone, montre bien quelle était l'organisation du métal au moment où elle a été immobilisée par la trempe.

» Si la trempe a été faite à 770°, c'est-à-dire entre les deux points de transformation du fer, on retrouve la structure à grains et l'acide azotique ne fait pas de différence avec le métal recuit. Le polissage cependant met rapidement en relief un grain dur environ sur quatre ou cinq. Ces grains durs se colorent souvent par oxydation avec une facilité surprenante et

sans cause apparente; ils se résolvent, sous un grossissement de 500 diamètres, en lamelles alternativement douces et dures orientées dans chaque grain suivant une ou plusieurs directions.

» Enfin, si la trempe a été faite à 670°, entre le point de transformation inférieur du fer et le point de transformation du carbone, les grains durs se sont beaucoup restreints tout en gardant un volume supérieur à celui qu'ils possèdent dans l'acier recuit; de plus, ils paraissent homogènes et je n'ai pas réussi à les scinder en fer et carbure. A cela près, la structure est celle de l'acier recuit.

» A l'appui de cette Note, j'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Tableau de microphotographies qui montrent comparativement par attaques et par polissage les variations de structure des aciers doux.

» Je poursuis l'application de la même méthode aux aciers de différentes duretés et aux aciers spéciaux et les résultats obtenus dans cette voie sont déjà très encourageants. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des halogènes sur l'homopyrocatéchine.* Note de M. **H. Cousin**, présentée par M. Henri Moissan [1].

« L'action du chlore et du brome sur l'homopyrocatéchine m'a donné plusieurs dérivés nouveaux que je me propose de décrire dans cette Note.

» *Action du chlore.* — 1° Je dissous 5^{gr} d'homopyrocatéchine dans 50^{cc} d'acide acétique cristallisable et je fais passer un courant de chlore; celui-ci est absorbé, il y a dégagement d'acide chlorhydrique et au bout de quelque temps il se dépose des aiguilles cristallines : j'arrête le courant de chlore quand la liqueur commence à se colorer en rouge; les cristaux sont recueillis et purifiés par des cristallisations dans l'acide acétique étendu et en présence de quelques gouttes d'une solution d'acide sulfureux pour éviter leur coloration. Ce dérivé cristallise en fines aiguilles blanches se colorant en brun à la lumière : il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, l'acide acétique bouillant, d'où il cristallise par refroidissement. Ces aiguilles sont un hydrate et perdent très facilement leur eau de cristallisation dans le vide sur l'acide sulfurique : le corps desséché a

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. le professeur Jungfleisch à l'École de Pharmacie.

pour formule $C^7H^5Cl^3O^2$ (¹); c'est donc l'homopyrocatéchine trichlorée. Le point de fusion du corps anhydre est 179°-180°; chauffé, il se volatilise, mais la plus grande partie est décomposée.

» 2° Si on continue l'action du chlore sur l'homopyrocatéchine en ayant soin de maintenir la liqueur à une température suffisante pour faire entrer les cristaux en dissolution, la solution se colore en rouge foncé; par le refroidissement se déposent des lamelles cristallines rouge vif; ce corps qui est un produit de déshydrogénation de l'homopyrocatéchine trichlorée a pour formule $C^7H^3Cl^3O^2$: il correspond au dérivé obtenu par Zincke (*Berichte*, t. XXI, p. 2729), en partant de la pyrocatéchine tétrachlorée; on peut le considérer comme étant un orthoquinon trichloré dérivé de l'homopyrocatéchine; au lieu d'employer le chlore comme déshydrogénant, il est préférable de se servir d'acide azotique : je dissous l'homopyrocatéchine trichlorée dans une petite quantité d'alcool absolu et j'ajoute peu à peu un mélange à parties égales d'acide azotique ($D = 1,40$) et d'acide acétique cristallisable; le liquide se colore en rouge foncé et le dérivé rouge se dépose : les eaux mères précipitées par l'eau donnent une nouvelle quantité de ce corps; je le purifie par des cristallisations dans l'acide acétique à chaud; ce dérivé se présente sous forme de lamelles cristallisées, microscopiques, d'un rouge vif; il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, l'acide acétique à ébullition, son point de fusion est 97°-98° (²).

» 3° Si on continue l'action du chlore sur l'homopyrocatéchine, la solution se décolore peu à peu et reste finalement colorée en jaune pâle, il y a, dans ce cas, formation de dérivés plus chlorés, dérivés dont l'étude n'est pas terminée.

» *Action du brome*. — 1° A 5gr d'homopyrocatéchine solide, j'ajoute du brome peu à peu, il y a réaction très vive, dégagement d'acide bromhydrique; je continue à ajouter du brome jusqu'à ce que celui-ci ne soit plus absorbé: le résidu est une masse pulvérulente grisâtre que je purifie par des cristallisations dans l'acide acétique étendu et en présence d'acide sulfureux. Le dérivé obtenu cristallise en longues aiguilles blanches soyeuses se colorant en brun à la lumière, il est insoluble dans l'eau, soluble dans

(¹) *Analyses*. — Calculé pour $C^7H^5Cl^3O^2$: $C = 36,92$; $H = 2,19$; $Cl = 46,81$. Trouvé : $C = 36,27$, $36,74$, $36,56$; $H = 2,22$, $2,83$, $2,31$; $Cl = 46,76$.

(²) *Analyses*. — Calculé pour $C^7H^3Cl^3O^2$; $C = 37,25$; $H = 1,33$; $Cl = 47,22$. Trouvé : $C = 37,36$, $37,21$; $H = 1,83$, $1,64$; $Cl = 47,47$, $46,73$.

l'alcool, l'éther, l'acide acétique surtout chaud, son point de fusion est 162°–164°, il a pour formule $C^7H^5Br^3O^2$ (¹), c'est donc l'homopyrocatéchine tribromée.

» 2° L'homopyrocatéchine tribromée chauffée avec un excès de brome donne un corps rouge correspondant au dérivé chloré, c'est un produit d'oxydation qu'il est plus facile d'obtenir par l'acide azotique. Je dissous 5gr d'homopyrocatéchine tribromée dans la plus petite quantité possible d'acide acétique et j'ajoute goutte à goutte de l'acide azotique étendu d'acide acétique, le mélange se colore en rouge et il se dépose des lamelles cristallines; on achève la précipitation en ajoutant de l'eau peu à peu; quelques cristallisations dans l'acide acétique à chaud permettent d'obtenir le corps complètement pur; il cristallise en lamelles microscopiques d'un rouge grenat plus foncé que le dérivé chloré correspondant; insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, l'acide acétique à chaud, son point de fusion est 117° à 118°; il a pour formule $C^7H^3Br^3O^2$ (²), c'est donc un orthoquinon tribromé dérivé de l'homopyrocatéchine; dissous dans l'alcool et chauffé avec de l'acide sulfureux en solution, il redonne $C^7H^5Br^3O^2$. L'action plus prolongée du brome sur l'homopyrocatéchine ne m'a pas donné de dérivé plus bromé que le dérivé tribromé.

» *Action de l'iode.* — J'ai essayé l'action de l'iode dans différentes conditions sur l'homopyrocatéchine, je n'ai pu obtenir de dérivés iodés.

» *Conclusions.* — En résumé, l'action du chlore sur l'homopyrocatéchine m'a donné : 1° homopyrocatéchine trichlorée; 2° orthoquinon de l'homopyrocatéchine trichlorée; 3° des corps plus chlorés dont l'étude n'est pas terminée.

» L'action du brome m'a donné : 1° homopyrocatéchine tribromée; 2° orthoquinon de l'homopyrocatéchine tribromée.

» Je me propose de continuer l'étude de ces différents dérivés. »

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau Ver de terre de la famille des Phreoryctidæ* (Phreoryctes endeka *Gd.*). Note de M. **Alfred Giard**.

« Les espèces du genre *Phreoryctes* sont peu nombreuses et généralement très rares. Outre le type *P. menkeanus* découvert en 1843 par Hoff-

(¹) *Analyses.* — Calculé pour $C^7H^5Br^3O^2$: C = 23,26; H = 1,38; Br = 66,48. Trouvé : C = 22,84, 23,08; H = 1,44, 1,42; Br = 66,21, 66,65.

(²) Calculé : C = 23,30; H = 0,83; Br = 66,85. Trouvé : C = 22,82; H = 1,04; Br = 66,93, 67,21.

meister et dont nous avons le premier signalé quelques habitats français, on ne connaissait en Europe que *P. filiformis* Cl. décrit par Claparède et étudié depuis par plusieurs zoologistes, principalement par Noll et Vejdovsky. En 1889, F.-E. Beddard nous a révélé une espèce de la Nouvelle-Zélande, *P. Smithii*, et, en 1890, S.-A. Forbes a décrit une quatrième espèce trouvée en Amérique, dans l'Illinois, le *P. emissarius*.

» Nous avons eu tout récemment (mars 1894) l'heureuse chance de trouver une nouvelle forme de ce genre si intéressant dans deux localités assez distantes aux environs de Boulogne-sur-Mer. Quatre individus ont été recueillis sous une pierre, dans un fond humide, au chemin des Sautoirs à Wimille; un cinquième a été pêché dans le réservoir de la source de la Poterie, entre Wimereux et Boulogne (¹). Ces vers que nous désignerons sous le nom de *Phreoryctes endeka* vivent au milieu des feuilles mortes, s'enroulant autour des mailles du limbe déchiqueté ou s'insinuant entre les faisceaux du pétiole. Ils ont besoin d'une eau fraîche et aérée. On peut les garder facilement en captivité, et j'espère ainsi compléter plus tard les observations encore bien insuffisantes dont je présente aujourd'hui le résumé.

» Par ses caractères extérieurs, *P. endeka* rappelle beaucoup *P. filiformis* Clap. La longueur est à peu près la même et ces deux espèces sont les plus petites du genre. Les cinq spécimens observés mesuraient de 10^{cm} à 12^{cm} de longueur sur une largeur de $0^{mm},5$ à $0^{mm},7$. Toutefois le nombre des segments paraît plus considérable que chez *P. filiformis*. Un exemplaire de taille moyenne en comptait 260.

» Au point de vue anatomique, *P. endeka* se sépare aussi bien des autres espèces européennes que de l'espèce néo-zélandaise pour se rapprocher beaucoup de la forme américaine *P. emissarius* étudiée par Forbes. Comme chez cette dernière le prostomium n'est pas transversalement lobé; le tégument est plus fragile que chez les autres espèces et l'animal perd parfois sa partie postérieure comme cela a été reconnu par Forbes pour *P. emissarius*. Cet accident se produit facilement chez les exemplaires gardés en captivité dans de mauvaises conditions. Les soies offrent une disposition très particulière qui n'a son analogue également que chez *P. emissarius*. Elles sont rangées en quatre séries longitudinales contenant

(¹) Le ruisseau de la Poterie renferme toute une faune intéressante : larves d'*Elmis*, de *Simulium*, etc.; nombreux *Gammerus pulex* portant en abondance sur leurs branchies *Spirochona gemmipara* et *Dendrocometes paradoxus* Stein. Ce dernier infusoire si extraordinaire n'a jamais été signalé en France.

chacune par anneau une soie bien développée et une soie de remplacement. Mais, tandis que chez les autres espèces, les soies des deux séries dorsales existent tout le long du corps comme celles des séries ventrales et sont généralement plus grandes que ces dernières, chez *P. endeka* et chez *P. emissarius*, au contraire, les soies dorsales sont plus petites que les ventrales et disparaissent dans la région postérieure du corps. Chez *P. emissarius*, la région sétigère s'étend, d'après Forbes, jusque entre les anneaux 70 et 80 ([1]); chez *P. endeka*, la région sétigère comprend dix anneaux seulement (ceux qui suivent le premier segment achète) et ne dépasse pas le onzième métamère; d'où le nom spécifique choisi par nous.

» Les soies sont très petites dorsalement et ventralement sur les premiers segments et vont en croissant progressivement pour atteindre leur taille complète vers le cinquième ou sixième sétigère. Leur forme ressemble à celle des autres espèces du genre. Le renflement qui précède le crochet est moins accentué que chez *P. filiformis*, mais plus net que chez *P. emissarius*. La hampe est droite. La seule espèce du genre qui possède des soies à hampe courbe est *P. Smithii*, qui se distingue, en outre, des espèces européennes et américaines par ce que ses soies sont géminées.

» Les anses vasculaires latérales sont très développées et élégamment contournées, comme chez *P. filiformis* et *P. emissarius*. Comme chez toutes les espèces du genre (excepté *P. menkeanus*), ces anses unissent le vaisseau dorsal au vaisseau ventral. Il n'y a pas de cœur proprement dit.

» On sait combien les organes reproducteurs des *Phreoryctes* sont encore mal connus. Malheureusement, les exemplaires que nous avons étudiés n'étaient pas en état de maturité complète. Aucun ne présentait de clitellum. Sur trois spécimens seulement, nous avons pu distinguer deux paires de testicules remplis de spermatozoïdes et situés dans les anneaux sétigères 9 et 10, par conséquent dans les segments X et XI.

» Nos observations confirment donc en partie celles de Beddard et rapprochent notre espèce de *P. Smithii* plutôt que de *P. menkeanus*, si nous nous reportons aux indications de Leydig et de Timm au sujet de ce dernier type. Il arrive parfois que les soies rudimentaires se développent complètement aux anneaux génitaux X et XI, qui présentent alors la même chétotaxie que *P. Smithii*.

([1]) *P. emissarius* est d'ailleurs de taille beaucoup plus grande que *P. endeka*. Un exemplaire *incomplet* mesuré par Forbes avait près de 20^{cm} et comptait 375 segments.

» Le tube digestif, le système nerveux, les organes de Timm et les néphridies se comportent à peu près comme chez *P. emissarius*.

» La cavité cœlomatique ne renfermait ni parasites, ni amas de soies, ni corps étrangers d'aucune sorte.

» Au point de vue taxonomique je ne puis que confirmer l'opinion de Beddart : l'étude des *Phreoryctes* montre combien est artificielle la division des Oligochætes en *Limicolæ* et *Terricolæ;* mais il me paraît prématuré de décider si l'on doit avec Beddart considérer les *Phreoryctidæ* comme des Lombriciens modifiés ou s'il faut, au contraire, voir dans ce groupe la souche problématique des *Terricolæ*.

» Le Tableau suivant permettra de distinguer et de déterminer les espèces actuellement connues du genre *Phreoryctes :*

Soies dorsales existant	sur *tous* les segments. Prostomium transversalement lobé.	Chaque faisceau sétigère comprend *une seule* soie plus une soie rudimentaire; hampe des soies *droite*.	Anses vasculaires en rapport avec le vaisseau ventral seulement	*P. menkeanus* Hoffm.
			Anses vasculaires reliant le vaisseau dorsal au vaisseau ventral	*P. filiformis* Clap.
		Chaque faisceau sétigère comprend *deux* soies bien développées à hampe *courbe*		*P. Smithii* F.-E. Bed.
	sur un *certain nombre* de segments antérieurs seulement. Prostomium non lobé transversalement.	Soies dorsales disparaissant entre le 70^e et le 80^e segment..		*P. emissarius* Forbes.
		Soies dorsales disparaissant dès le 11^e segment............		*P. endeka* Giard.

ZOOLOGIE. — *Sur les nerfs de l'antenne et les organes chordotonaux chez les Fourmis.* Note de M. **Charles Janet**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une note récente [1] j'ai décrit une expérience très simple démontrant que les Myrmicides ont la faculté d'émettre des sons de stridulation perceptibles pour notre oreille.

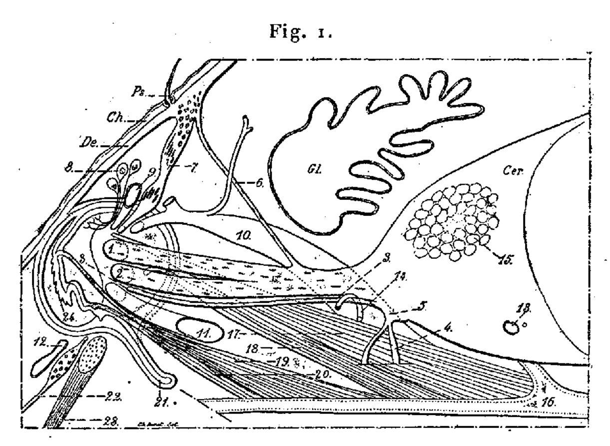
» Quant à la faculté de percevoir des sons, je n'ai jusqu'ici obtenu, comme Lubbock, dont les expériences à ce sujet sont bien connues, que des résultats à peu près négatifs. La présente Note montre cependant, comme étant très développés chez les Fourmis, des organes qui paraissent se rapprocher de ceux découverts par von Siebold chez les Orthoptères, étudiés par Graber, sous le nom d'organes chordotonaux, chez un bon

[1] *Études sur les Fourmis,* 1re note (*Ann. Soc. Ent. de France*, t. LXII, p. 159; 1893.)

nombre d'insectes, et considérés généralement comme des organes auditifs.

» Des organes chordotonaux n'ont été signalés jusqu'ici, chez les Fourmis, que dans les tibias (Lubbock, Graber) où ils sont visibles par transparence. En réalité, des organes analogues sont également bien développés dans plusieurs autres régions du corps. L'un des plus remarquables d'entre eux (7, *fig.* 1) accompagne les nerfs de l'antenne et peut, à cause de sa situation, être appelé *organe préantennaire*.

Fig. 1.



Myrmica rubra L. ♀. Tranche comprise entre deux coupes parallèles au plan sagittal et contenant les nerfs de l'antenne droite. Gross. 160. *Cer* Cerveau. *Gl* Glande pharyngienne. *De* Epiderme. *Ch* Squelette chitineux. *Ps* Poil sensitif. 1. Nerf sensitif supéro-externe. 2. Nerf sensitif inféro-interne. 3. Nerf moteur des muscles du funicule. 4. Nerfs moteurs des muscles du scape. 5. Point d'émergence des nerfs moteurs. 6. Nerf de l'organe préantennaire. 7. Organe préantennaire. 8. Cellules glandulaires. 9. Prolongement du sac frontal. 10 à 14. Trachées. 15. Glomérules olfactifs. 16. Endosquelette. 17 à 20. Muscles du scape. 21. Apodème. 22. Nerf du labre. 23. Muscle adducteur du labre. 24. Base du scape.

» Les nerfs sensitifs de l'antenne se détachent du cerveau sous forme d'un tronc unique de chaque côté. Bientôt ce tronc se divise en deux branches qui, tout en restant placées l'une près de l'autre, sont bien distinctes lorsqu'elles pénètrent dans l'antenne. Ces deux branches, l'une supéro-externe (1), l'autre inféro-interne (2), correspondent, vraisemblablement, aux deux faisceaux qui, chez la Guêpe (Viallanes), se séparent complètement l'un de l'autre dans le cerveau : le faisceau interne allant s'insinuer entre les glomérules olfactifs, le faisceau externe longeant la face externe du lobe olfactif et allant se jeter dans la commissure œsophagienne.

» Au-dessous des deux gros nerfs sensitifs se trouvent le petit nerf (3)

chargé d'innerver les muscles du funicule et, sortant du cerveau au même point, le nerf bifurqué (4) des muscles moteurs du scape (17 à 20). Ces derniers muscles ont leur insertion fixe sur la grande traverse tubulaire (16) qui débouche, d'une part, au-dessus des mandibules, de l'autre, auprès du cadre articulaire occipital.

» Un peu avant de se séparer de la branche inféro-interne (olfactive) à laquelle elle est accolée, la branche supéro-externe (auditive?) émet un nerf qui se dirige vers l'extérieur. Ce nerf (6) et son symétrique aboutissent à deux masses ganglionnaires accolées au tégument et situées, à droite et à gauche, à peu près au niveau du sommet de l'aire frontale.

» De cette masse ganglionnaire, et formant son prolongement, part un cordon deux fois renflé qui se dirige vers le cadre articulaire de l'antenne dans laquelle il pénètre, mais où je n'ai pu, jusqu'ici, parvenir à le suivre. Dans le renflement qui fait suite à la masse ganglionnaire, on voit de très petits bâtonnets ayant la forme de fuseaux extrêmement allongés des deux côtés. Leur moitié dirigée vers le tégument se colore par l'hématoxyline, tandis que la moitié opposée, très réfringente, reste incolore. Dans le renflement fusiforme suivant on voit des noyaux allongés.

» A l'endroit où le prolongement de l'organe préantennaire aborde le cadre articulaire de l'antenne, il est compris entre deux trachées provenant l'une (9) du sac trachéen frontal, l'autre (10) du grand tronc qui passe sur les côtés du cerveau. Au même point, un groupe de cellules glandulaires (8) envoie ses canaux excréteurs dans de petites fossettes. Enfin, pour compléter l'énumération de tout ce qui converge vers l'antenne, il reste à signaler les prolongements des grands troncs trachéens longitudinaux inférieurs de la tête qui viennent, en se relevant, passer devant les cadres articulaires des mandibules, fournissent à chacune de ces dernières un rameau et vont ensuite pénétrer dans l'antenne (11) contre les muscles moteurs du scape.

» M. Child [1] étudie chez les larves de Nématocères un organe sensitif situé dans les antennes, et déjà vu par plusieurs auteurs. Cet organe, qu'il retrouve dans la plupart des ordres de la classe des Insectes, est situé chez *Vespa* à l'intérieur du deuxième article.

» Il sera intéressant d'examiner quelle relation il peut y avoir entre ces organes et l'organe préantennaire que j'ai trouvé chez toutes les Fourmis où je l'ai recherché (*Formica Lasius Myrmica Tetramorium*) aussi bien

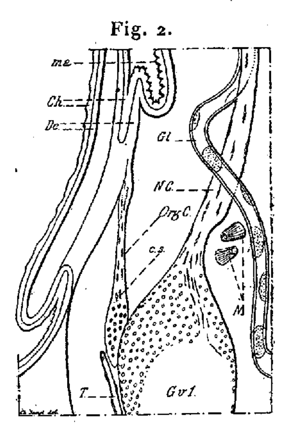
---

[1] *Zool. Anz.*, t. XVII, p. 35; 1894.

chez les mâles que chez les femelles, reines ou ouvrières. Il est probable que ces deux catégories d'organes dépendent, toutes les deux, de la même branche (1, auditive?) du nerf sensitif antennaire.

» Une deuxième paire d'organes, analogues aux précédents (*fig.* 2), est située à la partie supéro-ventrale du ganglion prothoracique. Là se trouvent deux petites masses ganglionnaires qui envoient chacune un cordon

Fig. 2.



Myrmica rubra L. ☿. Tranche comprise entre deux coupes parallèles au plan sagittal et contenant l'un des deux organes chordotonaux du prothorax. Gross. 160. *Org. C* Organe chordotonal. *cs.* Corpuscules scolopaux. *Gv* 1 Ganglion prothoracique. *NC* Connectif. *Ch* Chitine. *De* Epiderme. *ma* Membrane articulaire de la tête. *Gl* Glande du labium. *T* Trachée. *M* Muscles croisés.

vers les téguments de la partie supérieure du prothorax. Les cordons aboutissent à la membrane qui unit les deux moitiés du prosternum et se continue pour former la membrane articulaire de la tête et du thorax. Des corpuscules scolopaux, assez nets pour ne laisser aucun doute sur la nature chordotonale de l'organe, se voient à la partie inférieure des cordons au contact des deux masses ganglionnaires.

» J'ai retrouvé ces mêmes organes prothoraciques chez la Guêpe et chez l'Abeille; mais, malgré quelques recherches faites à ce sujet, je n'ai pas encore reconnu, chez ces Insectes, l'existence d'un organe homologue de celui que j'ai décrit ci-dessus chez les Fourmis sous le nom d'*organe préantennaire*. »

ZOOLOGIE. — *Sur la reviviscence des Tardigrades.* Note de M. **Denis Lance**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les nombreuses expériences que nous avons faites au sujet de la reviviscence des Tardigrades, soit des mousses, soit aquatiques, nous forcent

à reconnaître aujourd'hui que si cette propriété est indiscutable, il serait erroné de l'étendre à tout le groupe. Aussi, d'accord avec Davaine, diviserons-nous ces Tardigrades, par rapport à leur biologie, en deux classes :

» 1° Ceux qui vivent dans les eaux;

» 2° Ceux qui vivent dans les mousses ou autres endroits alternativement secs et humides.

» Les premiers ne présentent jamais de reviviscence; chez les seconds, au contraire, le phénomène s'observe toujours si l'on a pris soin, pendant la dessiccation, d'opérer cette dernière lentement et de protéger l'animal autant que possible du contact direct de l'air.

» La reviviscence est toujours indépendante du développement des œufs qui peuvent se trouver à l'intérieur de l'animal au moment de la dessiccation. C'est le même animal, animal que nous avons suivi sous le microscope jusqu'à complète évaporation de la goutte d'eau et que nous avons retrouvé quelques jours après en même place et desséché, que nous avons conduit, après restitution de la goutte d'eau, toujours en l'observant sous le microscope, jusqu'à la manifestation des phénomènes vitaux.

» La reviviscence n'est point une résurrection; aussi loin que nous avons poussé la dessiccation, l'animal était toujours vivant, mais ses échanges respiratoires étaient considérablement ralentis et si faibles qu'il pouvait reprendre ses mouvements après être resté plusieurs jours dans un milieu excessivement raréfié. La reviviscence ne se manifeste pas, au contraire, si, pendant le même temps, l'animal a été plongé dans des gaz asphyxiants comme l'acide carbonique ou sulfureux.

» De toutes nos expériences, il résulte donc :

» 1° Que la reviviscence, c'est-à-dire la faculté pour certains organismes de recommencer à se mouvoir et à se nourrir, etc., après dessiccation, existe;

» 2° Qu'elle n'appartient qu'à certains Tardigrades qui vivent dans des milieux alternativement humides et secs;

» 3° Que, pour les animaux qui en sont doués, la condition nécessaire à sa manifestation est une dessiccation lente, condition toujours réalisée dans le sable des gouttières ou dans les mousses;

» 4° La dessiccation, suivie de reviviscence, n'entraîne pas la mort, mais un simple ralentissement de toutes les fonctions;

» 5° La reviviscence n'est qu'un moyen de protection de l'individu d'abord, de l'espèce ensuite, résultant de son adaptation aux conditions du milieu. »

BOTANIQUE. — *Trajet des canaux résineux dans les parties caulinaires du Sapin argenté*. Note de M. **J. Godfrin**, présentée par M. Duchartre.

« Je ne sache pas qu'on ait jamais suivi les canaux résineux dans le corps tout entier d'une plante, de manière à pouvoir donner la représentation intégrale de leur trajet. On n'a, dès lors, déterminé ni leur origine ni leur fin, et on ne peut arriver à une vue d'ensemble de la canalisation. Une telle étude ne manquerait cependant pas d'intérêt, à divers points de vue; aussi l'ai-je appliquée au Sapin argenté (*Abies pectinata* D. C.) et c'est le résultat de mes recherches que je résume dans cette Note.

» Il faut en premier lieu établir ce point fondamental que les canaux résineux du Sapin ne parcourent pas la plante tout d'une venue, d'une extrémité à l'autre, comme le font plusieurs appareils, mais s'interrompent à des endroits qu'il convient de fixer. On sait que dans la plante qui nous occupe chaque accroissement annuel se termine par un faux verticille de bourgeons se développant plus tard en branches, et que, par conséquent, il se trouve très nettement délimité. Les canaux résineux offrent une fragmentation interne correspondant à cette fragmentation externe : au niveau de chaque nœud verticillaire, ils s'interrompent. Quant aux rameaux latéraux qui naissent çà et là le long de la pousse, à l'aisselle de quelques feuilles et qui ne participent pas à l'architecture de la plante, leurs canaux ne communiquent pas non plus avec ceux de l'axe dont ils sont issus. Dans la suite de leur développement ces rameaux latéraux se comportent, pour leur appareil résinifère et leur ramification, comme toutes les autres branches. En d'autres termes, le corps entier de la plante se décompose facilement en un plus ou moins grand nombre de pousses annuelles ayant chacune leur système propre de canaux résineux indépendant des autres. La question est dès lors ramenée à l'examen de ces différents systèmes. Mais la tâche sera beaucoup simplifiée, car ils sont construits sur un type commun qu'il suffira de décrire, en indiquant seulement les variations qu'il subit suivant les cas.

» Dans une pousse annuelle, les canaux résineux sont en même nombre que les faisceaux libéro-ligneux primaires et les suivent assez régulièrement dans leur parcours. Comme ces derniers, ils sont donc parallèles entre eux (1), dans ce sens particulier, qui seul peut s'appliquer aux corps

(1) De Bary, *Vergleichende Anatomie* (*Gefässbündelverlauf*), p. 257.

organisés, que jamais ils ne se croisent, ne se ramifient ni ne confluent; ils ne forment pas non plus de réseau. Ils prennent naissance à la base de l'accroissement annuel et le parcourent chacun isolément dans toute sa longueur en décrivant des sinuosités d'un tracé irrégulier. Arrivés près de leur terminaison, ils s'écartent de l'axe du rameau et pénètrent dans un bourrelet d'origine corticale qui forme comme une cupule au fond de laquelle est inséré pendant l'hiver le cône végétatif et dont il reste encore des vestiges sur les branches pas trop âgées ([1]). Ils se terminent dans cette cupule qui porte les écailles du bourgeon. Il résulte de là qu'au niveau d'un bourgeon terminal on trouve des canaux résineux dans deux régions : ceux qui sont près de prendre fin forment un cercle externe situé dans le bourrelet protecteur dont il vient d'être question; ceux au contraire qui sont au début de leur formation et qui sont destinés à l'entrenœud supérieur constituent un cercle interne situé dans la nouvelle pousse enveloppée par ce bourrelet. On comprend par là l'interruption nécessaire qui existe dans les canaux résineux de deux pousses qui se succèdent. Comme les faisceaux libéro-ligneux avec lesquels ils sont en connexion et pour les mêmes raisons, ces canaux pourraient s'appeler *canaux caulinaires*, par opposition aux branches de communication qu'ils envoient à la feuille et sur lesquelles je vais revenir.

» Les feuilles naissent toujours entre deux canaux voisins et à égale distance de chacun d'eux. Comme je l'ai démontré il y a quelque temps ([2]), les deux canaux qui les parcourent ne communiquent pas originairement avec ceux de la tige. Ce n'est qu'à un certain degré du développement que ces derniers détachent de leur bord en regard de l'insertion foliaire un diverticulum qui s'accroît peu à peu par son extrémité, va rejoindre la base de la feuille et s'abouche avec le canal foliaire correspondant. C'est ainsi que les feuilles ne sont reliées que secondairement à la tige par leur appareil résinifère. Ces branches de communication naissent un peu plus bas que le cordon libéro-ligneux qui se rend à la feuille. De même que ce dernier est désigné sous le nom de *faisceau foliaire*, on appellera les deux canaux qui l'accompagnent et ont la même destination *canaux foliaires*.

([1]) Voir, pour la structure du bourgeon de Sapin, GODFRIN, *Sur une forme non décrite de bourgeon dans le Sapin argenté* (*Bull. de la Soc. bot. de France*, février 1894).

([2]) GODFRIN, *Les canaux résineux de la feuille du Sapin argenté; leurs communications avec ceux de la tige* (*Bull. de la Soc. bot. de France*; 1892).

» Il était à prévoir, puisque les canaux résineux caulinaires correspondent aux faisceaux cribro-vasculaires primaires, qu'ils doivent être, aussi bien que ces derniers, en rapport avec la phyllotaxie. C'est ce que montre l'observation directe. Deux feuilles consécutives sont toujours, en effet, séparées par le même nombre de canaux résineux; de sorte que, étant donnés ce nombre et celui des canaux totaux du rameau, on a les deux termes de la fraction représentant l'angle de divergence foliaire. Il résulte encore de là qu'en recherchant l'arrangement des canaux résineux, on détermine nécessairement aussi l'ordre d'insertion des feuilles.

» Le nombre des canaux varie avec le diamètre de la pousse au moment de sa formation. Dans la jeune tige qui vient de sortir du verticille cotylédonaire, il y a huit canaux résineux. Il en est de même dans tous les rameaux, de quelque ordre qu'ils soient, qui proviennent des parties inférieures de la plante, où ils n'atteignent jamais à leur début qu'un diamètre de 1^{mm} au plus. Ce nombre de huit canaux est le plus petit que j'aie observé et il me paraît irréductible. Dans ce cas, les feuilles se succèdent de trois en trois canaux; leur divergence est $\frac{3}{8}$. A mesure que le Sapin grandit, les rameaux qu'il forme près de son sommet deviennent de plus en plus gros et paraissent comme hypertrophiés relativement à ceux de la base; en même temps que leur diamètre, le nombre de leurs canaux augmente. J'ai trouvé jusqu'ici les chiffres suivants : dix canaux caulinaires avec les feuilles se succédant de quatre en quatre, ce qui donne la divergence $\frac{2}{5}$; enfin j'ai aussi rencontré les divergences $\frac{5}{13}$, $\frac{8}{21}$ et $\frac{13}{34}$. Ces différentes valeurs de la divergence appartiennent toutes, comme il a d'ailleurs été établi pour d'autres plantes, à la même série, qui est comprise entre $\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{3}$.

» Tels sont les caractères essentiels que présente le trajet des canaux du Sapin. Il s'éloigne parfois du schéma que je viens de donner; mais, les écarts constatés ne se produisant que dans certains cas particuliers doivent être considérés comme des exceptions. Je les décrirai dans une relation moins concise.

» Sur les tiges principales dont le diamètre ne dépasse guère $0^{m},10$, et où l'écorce n'est ni trop subérifiée ni trop sclérifiée, on voit des vésicules saillantes, arrondies, remplies de térébenthine et que les collecteurs percent pour recueillir cette substance; elles sont situées à la jonction des canaux caulinaires et des canaux foliaires, et dues à une dilatation considérable à ces points, déjà élargis, des intervalles cellulaires résinifères. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un gisement sidérolithique de Mammifères de l'éocène moyen, à Lissieu, près Lyon.* Note de M. **Ch. Depéret**, présentée par M. Albert Gaudry.

« La région de Lyon est l'une des plus riches de France en Mammifères fossiles tertiaires et quaternaires. Plusieurs des gisements s'y présentent sous le *facies sidérolithique,* c'est-à-dire sous forme de remplissages de fentes par des argiles avec grains d'oxyde de fer pisolithique, produits de la lente dissolution des calcaires secondaires par les eaux de ruissellement. On connaissait déjà, près de Lyon, des gisements de cette nature de l'époque quaternaire (fentes de la Ferlatière dans le mont d'Or), de l'époque du pliocène supérieur (fentes du Narcel au mont d'Or), et surtout de l'époque miocène (gisements de la Grive-Saint-Alban, du Vieux-Collonges). Une découverte récente vient de montrer que le phénomène sidérolithique avait débuté dans le massif du mont d'Or lyonnais dès le milieu de l'époque éocène.

» Un jeune géologue lyonnais, M. Rebours, a bien voulu en effet m'avertir de la présence dans les fentes des carrières de la Clôtre, près Lissieu (Rhône), ouvertes dans les couches inférieures de la grande oolite, d'un grand nombre de débris de Mammifères, parmi lesquels je ne tardai pas à rencontrer des molaires du genre *Lophiodon*. A la suite de cette découverte inattendue, j'ai entrepris, avec le concours d'un habile chef de chantier, M. Laurent Maurette, attaché au Laboratoire de la Faculté des Sciences, des fouilles méthodiques qui ont révélé la présence en ce point de l'un des plus riches gisements de Vertébrés éocènes de la France.

» Parmi les nombreuses poches argileuses qui traversent le calcaire en tous sens, une seule, d'un volume total de 4^{mc} à 5^{mc}, s'est montrée riche en fossiles, qui consistent surtout en dents isolées et os courts des membres, dans un bel état de conservation. Il m'a été possible d'exploiter à fond cette poche et de faire transporter au Laboratoire de la Faculté les blocs les plus riches, destinés à un lavage ultérieur minutieux. Bien que cette dernière opération ne soit pas encore terminée, il m'a paru utile de donner dès à présent un premier aperçu provisoire de cette faune très variée, qui rappelle entièrement à la fois, par le facies et par l'ensemble des formes animales, le gisement sidérolithique d'Egerkingen, dans le Jura de Soleure, si magistralement étudié par M. Rütimeyer.

» Les Pachydermes imparidigités sont les plus nombreux. Il faut citer en tête le genre *Lophiodon,* représenté par trois formes : l'une, dont les molaires sont du type de l'espèce nommée, par M. Rütimeyer, *L. rhinocerodes,* mais avec une taille un peu plus faible. Une deuxième espèce, de la taille du *L. isselense,* s'en distingue par ses prémolaires inférieures à bourrelet basilaire très atténué, et qui rappellent à quelques égards le *L. Cuvieri* de Jouy. Enfin, une troisième forme est indiquée par une prémolaire de grande taille, pourvue d'un rudiment de colline interne postérieure, comme dans le *L. lautricense.*

» Le genre américain *Hyrachius* est représenté par un type que je crois identique au *Lophiodon Cartieri* d'Egerkingen, et aussi à l'espèce d'Argenton nommée par M. Filhol *Hyrachius intermedius.*

» Le groupe des *Prééquidés* est encore plus prédominant. Je signalerai deux *Paloplotherium,* l'un de grande taille (*P. magnum* Rütim.), l'autre à peine plus fort que le *P. codiciense* Gaud. et bien voisin de lui par la structure des prémolaires.

» Le genre *Propalæotherium* compte deux espèces : l'une assez grande, identique à l'espèce d'Issel (*P. Isselanum* Cuv.); l'autre de petite taille et qui rappelle tout à fait le *P. minutum* d'Egerkingen.

» A l'*Anchilophus* se rapporte une petite espèce qui m'a paru bien voisine de l'*A. Desmaresti* Gerv.

» Des molaires inférieures à crêtes presque transverses paraissent correspondre au genre encore mal défini *Lophiotherium* Gervais.

» Parmi les Paridigités, j'ai observé des molaires de l'*Acotherulum saturninum* Gerv. et une belle demi-mandibule d'un *Dichobune* plus petit que le *D. leporinum.*

» Du groupe des Ruminants primitifs, je n'ai vu que quelques molaires qui me paraissent identiques au *Dichodon Cartieri* d'Egerkingen.

» Mais la découverte la plus intéressante parmi les Ongulés consiste dans une seule molaire supérieure, ne différant que par une taille un peu plus petite de l'animal d'Egerkingen, attribué par M. Rütimeyer au genre américain *Phœnacodus* sous le nom de *P. europæus.*

» Les Carnassiers sont représentés par plusieurs types, entre autres un *Pterodon,* une *Viverra* primitive, à talon de la carnassière très court, comme dans *V. angustidens* Filhol et un *Cynodictis.*

» Enfin, du groupe des Rongeurs, j'ai vu une belle demi-mandibule d'un *Sciuroides* très voisin du *Sc. siderolithicus* d'Egerkingen.

» Je signalerai seulement, pour mémoire, quelques débris d'Oiseaux et de Reptiles indéterminés.

» Je me propose de décrire en détail et de figurer les éléments de cette riche faune dans un Mémoire spécial. »

PALÉONTOLOGIE. — *Découverte d'ossements d'Hyènes rayées dans la grotte de Montsaunés (Haute-Garonne)*. Note de M. **Édouard Harlé**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Il y a deux ans, je découvris dans un étroit couloir, à Montsaunés (Haute-Garonne), une mandibule de Singe que j'attribuai à un Magot voisin de celui de Gibraltar (*Soc. d'Hist. nat. de Toulouse,* 17 février 1892). M. Albert Gaudry me fit l'honneur de présenter cet échantillon à l'Académie (30 mai 1892). Depuis, j'ai continué les fouilles, avec beaucoup de peine, sans me laisser rebuter par la fragilité des ossements, ni par l'obligation de sculpter au burin, hors de leur gangue, la plupart d'entre eux. J'ai obtenu ainsi un grand nombre de dents et quelques os qui, avec mes premières trouvailles, m'ont permis de reconnaître la faune suivante :

» *Magot voisin de celui de Gibraltar* (un ou deux individus).

» *Ours, généralement de grande taille, mais qui n'est pas identique à l'Ursus spelæus type* (plusieurs individus).

» *Blaireau* (un individu).

» *Canis moins grand que le Loup quaternaire* (trois individus).

» *Hyènes de grande taille, du type de l'Hyène rayée* (neuf dents et un nombre immense de coprolithes).

» *Chat un peu plus grand que le Chat domestique* (un individu).

» *Lapin* (un individu).

» *Castor* (un ou deux individus).

» *Éléphant* (une molaire de lait qui paraît différer de celles de l'*Elephas primigenius*).

» *Rhinoceros Merckii ou très voisin* (vingt-sept dents appartenant à plusieurs individus).

» *Cheval* (un individu).

» *Sanglier à très fortes défenses* (plusieurs individus).

» *Cerf qui paraît être l'élaphe* (plusieurs individus).

» *Autre Cerf?* (quelques dents).

» *Cerf de la taille du Chevreuil* (un individu).

» *Bovidé?* (quelques restes).

» *Ruminant moins grand, Ovis* ou *Capra* (une molaire).

» Les conditions du gisement excluent toute idée de remaniement. En effet, les restes que j'ai recueillis se trouvaient entassés sur une dizaine de mètres de longueur, dans une couche d'argile mêlée de coprolithes, con-

solidée en grande partie par des incrustations et recouverte de stalagmite.

» Le principal intérêt de mes nouvelles fouilles est d'avoir montré que les restes d'Hyènes de Montsaunés (que je n'avais pu déterminer spécifiquement lors de mes premières fouilles) n'appartiennent pas à l'*Hyæna spelæa,* si commune dans notre région, mais bien au type de l'Hyène rayée. Je pourrais citer, pour le Midi de la France, plus de cinquante grottes ayant donné de l'*Hyæna spelæa.* Je n'aurais pu, jusqu'ici, en citer qu'une seule ayant donné des Hyènes du type de l'Hyène rayée : c'est la grotte de Lunel-Viel (Hérault), explorée, au commencement du siècle, par Marcel de Serres. La faune de la grotte de Lunel-Viel présente d'ailleurs de très grandes ressemblances avec celle de ma grotte de Montsaunés. Ces deux faunes montrent que le climat du Midi de la France était alors un peu plus chaud que maintenant.

» Les deux gisements de Lunel-Viel et de Montsaunés me semblent appartenir au début du quaternaire.

» Les nombreux restes d'Ours, de Sanglier, de Cerf et d'un Rhinocéros du type Merckii que j'ai recueillis à Montsaunés doivent faire supposer qu'il y avait alors, aux environs de cette grotte, de grandes surfaces couvertes d'arbres ou de broussailles, car, dans la nature actuelle, les animaux similaires préfèrent les bois aux espaces découverts. »

ANTHROPOLOGIE. — *Race glyptique.* Note de M. **Édouard Piette.**

« On peut dès maintenant décrire avec exactitude la race humaine qui occupa notre sol pendant l'époque éburnéenne et l'époque tarandienne, et en déterminer les caractères à l'aide des statuettes et des gravures qu'elle a laissées dans les amoncellements des stations où elle a vécu.

» Elle n'a pas été sans affinité avec les Nègres et les Hottentots, quoiqu'elle ait formé un rameau bien supérieur de l'humanité.

» Visage en losange. Pommettes des joues légèrement saillantes. Front presque droit, occupant plus du tiers du visage. Nez gros, jamais épaté. Lèvres épaisses, la lèvre supérieure avance parfois sur la lèvre inférieure. Menton fuyant, sans saillie, comme celui de la mâchoire de la Naulette. Ce caractère n'est pas constant. Oreille bien bordée, ayant un lobe inférieur adhérent à la joue. Cheveux paraissant très courts, hérissés, peut-être laineux; je n'insiste pas sur ce point; l'homme pouvait avoir déjà l'habitude de les couper. Les seins de la femme sont longs, étroits, pendants, terminés par des bouts dont un sculpteur a peut-être exagéré la grosseur, car

il leur a donné l'aspect de tettes. Poitrine plus épaisse que large. La longueur du diamètre antéro-postérieur du thorax est aussi un des principaux traits de la race nègre; mais elle est moins exagérée que dans la race glyptique. Cette longueur, l'épaisseur des lèvres et la forme des seins dénotent des affinités entre ces deux races. Ventre volumineux. Chez la femme, il est pendant, latéralement comprimé et proéminent; sa partie saillante forme un méplat ou bande plate et étroite, allant du creux de l'estomac jusqu'au-dessous du nombril. Les flancs, obliques et vastes, se relient à angle obtus avec ce méplat.

» Les jambes des femmes sont grêles, leurs cuisses courtes, épaisses, ayant la forme d'un cône renversé à très large base, comme il convient pour porter un ventre si volumineux et les fesses qui lui font contrepoids. Ces cuisses paraissent parfois revêtues, comme celles des femmes Boschismanes, d'une bande fibro-graisseuse à leur partie externe et sur leur face antérieure, où elle forme une sorte de mollet. Une cassure aux fesses d'une statuette semble indiquer de la stéatopigie; mais cette conformation, que l'épaisseur de la cuisse rend probable chez certaines femmes, n'était pas générale. Le système pileux est très développé. Le ventre des femmes est couvert de poils même au-dessus du nombril. Leurs parties génitales présentent généralement un assez grand développement des petites lèvres. Ce développement est tel sur l'une des statuettes, qu'elles forment un véritable tablier de Bojesmanes.

» Il y a donc eu, aux temps glyptiques, sur le sol de l'Europe, une race caractérisée par la stéatopigie et le développement des petites lèvres, race déjà mêlée, puisque toutes les femmes ne présentaient pas ces caractères, très supérieure aux Boschismanes et même aux Somalis, qui sont des rameaux survivants partis du même tronc. L'aire d'habitation de la race souche s'étendait sur toute l'Europe habitable, puisque, même jusqu'à Leipzig, le tablier des Boschismanes reparaît parfois par atavisme, et sur toute l'Afrique, où l'on rencontre çà et là, même chez les Berbères, des femmes qui en présentent les deux caractères principaux. Cette grande extension explique comment les arts de l'époque glyptique ont pu se transmettre jusqu'aux bords du Nil. On a la preuve, par les peintures des tombeaux qu'au temps de Thoutmès III il y avait des femmes stéatopigiques dans le pays de Poun. D'ailleurs, chez les Coptes et chez les Abyssins, pour obvier au développement des petites lèvres, la circoncision des filles est en usage. Il y a donc eu, dans ces pays, mélange de races. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le cassage des vins.* Note de M. A. **Bouffard**, présentée par M. Gautier.

« On donne vulgairement le nom de *casse* ou *cassure* des vins au trouble qui se manifeste plus ou moins rapidement lorsqu'on expose ce liquide à l'action de l'air. Des causes diverses paraissent occasionner cette altération des vins déjà étudiée par M. A. Gautier en 1878 ([1]).

» Cette Note est relative surtout à la cassure des vins, récolte de 1893.

» Tout en recherchant la nature et la cause de cet accident, elle a pour but d'indiquer les moyens qui permettent de l'éviter.

» La casse dont il s'agit ici présente les caractères suivants :

» Le vin, coloré et limpide dans les vaisseaux vinaires, louchit lorsqu'on l'aère; au bout de trois ou quatre heures il s'y fait un précipité rouge brun. Si le vin est en repos dans une bouteille, la décoloration commence à la surface où il se produit une mince pellicule irisée de matière colorante, qui peu à peu gagne des couches plus profondes du liquide; enfin, les parois du vase se recouvrent de matière adhérente et le liquide se décolore presque complètement en prenant une couleur jaune modéré caractéristique. Tous ces dépôts sont constitués par de la matière colorante insoluble même dans des solutions d'acide tartrique concentrées.

» Ce vin ne dégage aucun gaz, comme cela se présente dans certaines maladies microbiennes; son goût ne rappelle en rien les vins *poussés* ou *tournés;* il peut être comparé à celui des vins dits *rancios* ou *madérisés* qui caractérise un vieillissement très avancé.

» Nous avons constaté cet accident dans des vins obtenus par cuvage avec du plâtre, du phosphate de chaux bicalcique, de l'acide tartrique, des levures selectionnées, alors que certains de ces agents ont la propriété de fixer la matière colorante.

» Nous avons cherché à combattre l'instabilité de la couleur de ces vins, considérés comme inutilisables par le commerce. Les agents désignés plus haut ont complètement échoué.

» Le *chauffage* et l'*acide sulfureux* ont seuls donné des résultats satisfaisants. Nous n'indiquerons ici que ce qui est relatif au chauffage, réservant l'action de l'acide sulfureux pour une étude ultérieure.

» Chauffé à 60° par les procédés ordinaires de la *pasteurisation*, le vin *cassable*, expérimenté comparativement, ne casse plus, ne laisse plus dé-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 1338.

poser sa matière colorante, quand on l'expose à l'air ou à un courant d'air pendant plusieurs jours. Le chauffage a même rendu brillants et limpides certains vins louches avant l'opération; ils ont pris une teinte plus veloutée et moins jaune.

» Les essais de laboratoire ont été pleinement confirmés par un traitement fait aux vignobles avec des appareils industriels de chauffage et sur de grandes quantités. Bien que ces vins chauffés prennent, dans quelques cas, un léger goût de cuit, il n'y a pas à hésiter entre une perte assurée et ce traitement conservateur, dont l'inconvénient est considérablement atténué par une opération rationnellement conduite.

» Sur la cause du mal nous sommes réduit à deux hypothèses qui, l'une et l'autre, s'appuient sur les travaux de M. Pasteur.

» Dans la première, on pourrait admettre l'action d'une bactérie; en effet, les vins cassables en renferment, mais, dans la même cave, des vins ne cassant pas en contiennent aussi. Les maladies de la *pousse* ou de la *tourne* présentent des caractères bien différents, non seulement relativement à la décoloration du vin, mais aussi dans le goût.

» Nous nous proposons de vérifier si cette appréciation est en rapport avec la composition du liquide, la nature et les proportions des acides volatils qui, dans ce cas, comme l'a montré M. Duclaux, peuvent fournir des indications précieuses sur la présence et l'action des microrganismes.

» La guérison de la casse par le chauffage laisserait soupçonner l'existence d'un microbe; mais il peut aussi n'y avoir qu'une simple coïncidence. En réalité, la chaleur n'a point ici d'action microbicide, car en admettant qu'un microbe spécial eût altéré la matière colorante en la rendant précipitable, le chauffage à 60° rend à celle-ci, et immédiatement, la solubilité et la fixité qu'elle avait perdues. Il n'y aurait là qu'un simple effet de la chaleur qui ferait passer la couleur à un état isomérique différent. En conformité de ces vues nous citerons les observations suivantes : le vin *cassable non chauffé*, mais passé au filtre Chamberland, se trouble ensuite, avec autant d'intensité à l'air. L'acide salicylique, le bichlorure de mercure, à dose microbicide, n'ont point supprimé la casse.

» L'acide sulfureux à la dose de $0^{gr},03$ par litre maintient la matière colorante en dissolution; on peut se demander si l'avidité de ce corps pour l'oxygène n'empêche pas ce dernier gaz de se porter sur le vin. Tout en cherchant la cause bactérienne, nous nous réservons d'étudier l'absorption de l'oxygène par les vins non chauffés et chauffés, sulfités ou non.

» L'hypothèse de l'altération, de l'insolubilisation de la couleur est

basée sur la transformation qu'elle subit dans le vin qui vieillit. M. Pasteur a montré que l'air, par son oxygène, dépouille lentement le vin de sa couleur. Ici le phénomène serait le même, mais plus rapide et plus violent. On pourrait peut-être admettre que, dans les raisins mêmes, et sous l'influence des conditions météorologiques qui ont présidé à la maturation précoce de 1893 (excès de lumière, chaleur, sécheresse, etc.) le pigment coloré a vieilli avant que le vin fût fait. Il s'est bien dissous pendant la fermentation qui l'a protégé de l'action oxydante de l'air, mais toujours instable, par suite de sa nature initiale, son aération ultérieure doit amener son dépôt rapide.

» On a remarqué d'ailleurs que, dans les années de vendanges précoces, la casse se montre plus fréquente et la couleur moins fixe.

» En résumé, je pense que le chauffage employé contre la casse agit sur la matière colorante pour la fixer et non pour tuer des germes spécifiques qui seraient ensuite la cause du mal. La pasteurisation, dans ce cas particulier, trouverait une application et une explication nouvelles. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Les grains et les orages.* Note de M. **Durand-Gréville**, présentée par M. Mascart.

« Avant l'orage, on constate en chaque lieu une baisse lente du baromètre; pendant l'orage, une hausse brusque du baromètre, un changement brusque de la direction et de la vitesse du vent.

» Des observateurs avaient remarqué que l'électricité est chose secondaire dans l'ensemble des phénomènes qui constituent un orage; que les mêmes variations brusques de la pression et du vent se retrouvent en toutes saisons, dans les grains sans orage, les averses et les giboulées. Ces remarques, coordonnées, nous ont conduit à admettre que les variations de la pression et du vent sont le fait général, constituant le grain, qui se produit le long d'un rayon de certaines dépressions, et sur lequel viennent se greffer tous les autres phénomènes : ceux-ci étant les *effets* du passage du *rayon de grain* dans des régions où l'atmosphère est convenablement préparée.

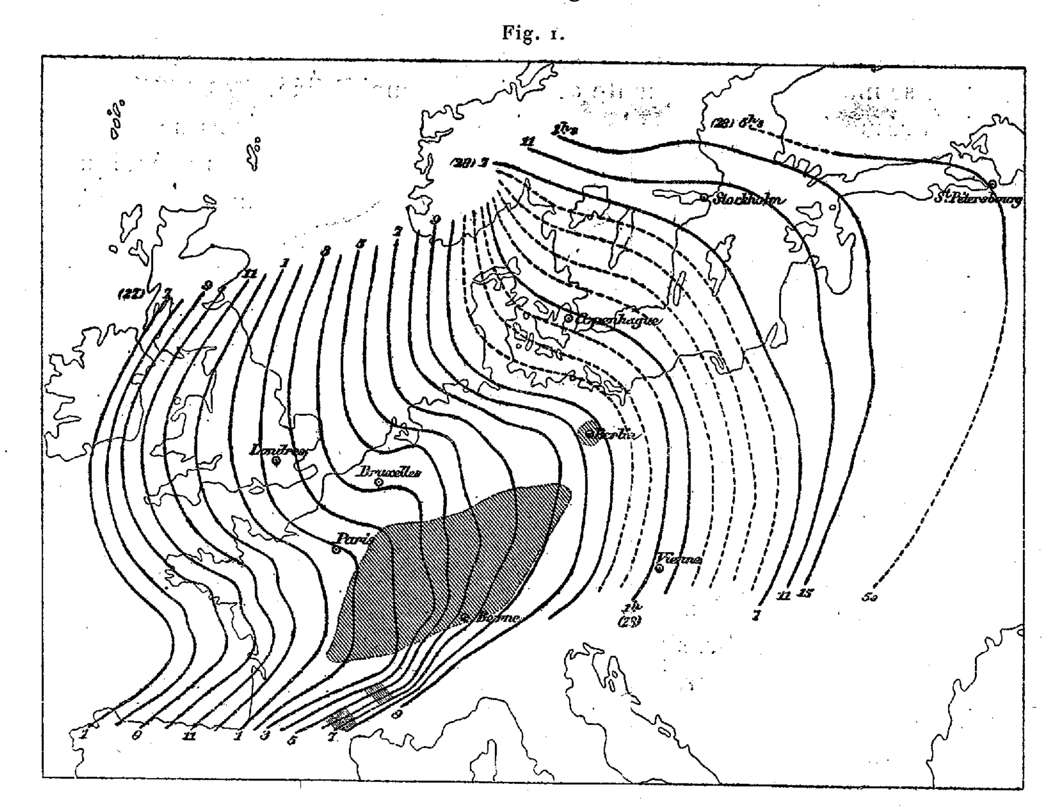
» Pour vérifier cette hypothèse, nous avons choisi un grain particulièrement violent, celui du 27 avril 1890.

» Ce grain, venu de l'Atlantique avec une grande dépression, avait

donné sur tous les points de son passage dans l'ouest de la France, de 8ʰ m. à 1ʰ s., un vent de tempête avec et sans averse; puis, à partir de Châteauroux (1ʰ s.) jusqu'en Bavière (8ʰ s.), un vent violent partout, avec averse, grêle et orage sur beaucoup de points; à partir de 8ʰ s., il avait continué sa marche, produisant toujours un vent très violent, mais sans orage (sauf à Berlin, 9ʰ40ᵐ s.).

» La *fig.* 1 indique, pour chaque heure, la position du rayon de grain, c'est-à-dire du lieu des points où s'effectuait simultanément la hausse brusque du baromètre. Sur toute la longueur de la moitié méridionale du

Fig. 1.

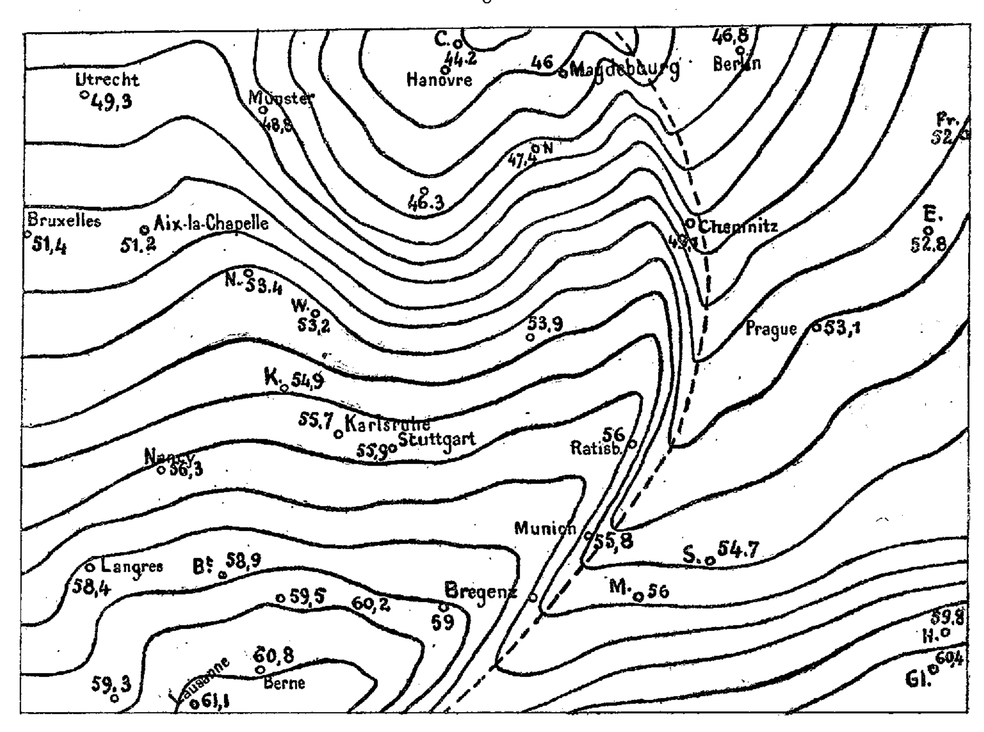


rayon, il y avait hausse brusque de vitesse et changement brusque de direction du vent, qui devenait en même temps perpendiculaire à cette ligne. Les taches grises enferment tous les points frappés par l'orage au moment du passage du grain, points mêlés d'ailleurs à d'autres, très nombreux, que l'orage avait épargnés.

» La *fig.* 2 donne la forme caractéristique des isobares de grain, à 9ʰ du

soir, forme qui rend compte de la baisse lente et de la hausse brusque du baromètre amenées par le mouvement de translation de tout le système vers l'E.-N.-E.

Fig. 2.



» Une étude très détaillée du grain du 27 août 1890 nous a permis de préciser nos conclusions, que nous formulerons comme suit :

» 1° Le grain est un ensemble de phénomènes bien définis de pression barométrique, de vitesse et de direction du vent, qui se localise le long du *rayon de grain* de certaines dépressions faciles à distinguer des autres par la forme sinueuse des isobares.

» 2° Les giboulées, les chutes brusques de neige, les averses de pluie et de grêle, l'éclair et le tonnerre sont les *résultats* de la perturbation amenée par le vent du grain dans un ensemble bien connu et *préexistant*, de conditions atmosphériques *locales*.

» 3° Les phénomènes électriques sont l'accident le plus rare; l'orage est simplement un *grain orageux*.

» 4° Une dépression peut avoir plusieurs *rayons de grain*, qui font

naître successivement, par leur passage sur un même lieu, plusieurs grains, orageux ou non.

» 5° Les diverses positions d'un rayon de grain au nord ou au sud d'une dépression, en se combinant avec les divers mouvements du centre de cette dépression, expliquent facilement tous les cas anormaux de direction du vent et de progression offerts par les orages.

» 6° Tous les degrés de transition existent entre les dépressions à grains violents et les dépressions ordinaires. On peut même affirmer qu'il n'y a guère de dépression sans quelque rayon de grain capable de produire de faibles averses ou, au moins, des ondées.

» 7° La considération des rayons de grain remplaçant celle des mouvements ou des dépressions secondaires rendrait plus précise et étendrait à de plus larges surfaces la prévision des grains et des orages. Des enregistreurs établis le long des côtes de l'Atlantique, signalant télégraphiquement à un Bureau central les heures de passage du ressaut barométrique, permettraient d'établir la forme et la vitesse de translation de la ligne de grain et d'annoncer, à très peu près, pour chacune des régions situées plus à l'est, l'heure du passage du grain. Les pronostics d'orage à l'heure indiquée auraient un haut degré de certitude pour les régions où le temps serait, selon l'expression vulgaire mais exacte, *à l'orage*. »

M. **Victor Ducla** adresse une Note « Sur l'accroissement de poids d'une bouteille de Leyde électrisée ».

M. **L. Hugo** adresse une Note « Sur un point de l'histoire du jade ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Chimie, par l'organe de son doyen M. *Friedel,* présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *Fremy :*

En première ligne	M. **Grimaux.**
En deuxième ligne (ex æquo), *par ordre alphabétique.*	M. **Ditte.** M. **Jungfleisch.** M. **Le Bel.**
En troisième ligne (ex æquo), *par ordre alphabétique.*	M. **Etard.** M. **Joly.** M. **Le Chatelier.** M. **Lemoine.**

L'Académie adjoint à cette liste le nom de M. **Arnaud.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 mars 1894.

Manuel théorique, instrumental et pratique d'Électrologie médicale, par G. Trouvé. Paris, O. Doin, 1893; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Marey.)

Traité d'analyse chimique micrographique et microbiologique des eaux potables, par A.-J. Zune. Paris, O. Doin; 1894; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Duclaux.)

Translation et inhumation des restes de Guy de la Brosse et de Victor Jacquemont, faites au Muséum d'Histoire naturelle, le 29 *novembre* 1893, *sous*

la présidence de M. A. MILNE-EDWARDS, Directeur du Muséum, Membre de l'Institut. (Extrait du tome IV des *Nouvelles Archives du Muséum*). Paris, G. Masson, 1894; 1 br. in-4°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Bulletin des séances de la Société nationale d'Agriculture de France. Compte rendu mensuel, rédigé par M. le Secrétaire perpétuel. Année 1893. Paris, Chamerot et Renouard, 1893; 1 fasc. in-8°.

L'Anthropologie. 1894. Tome V. N° 1. Janvier-février. Paris, G. Masson; 1 vol. in-8°.

Ministère de l'Intérieur. Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France et des actes officiels de l'administration sanitaire. Tome XXII. (Année 1892.) Melun, imprimerie administrative, 1893; 1 vol. in-8°.

Notice sur les travaux de Chimie de M. GEORGES LEMOINE. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 br. in-4°.

Atlas des lacs français, par M. A. DELEBECQUE. In-f°.

Exposicion y resumen de las observaciones efectuadas en el observatorio de Madrid desde el 1° de enero de 1860 *al* 31 *diciembre* 1889. Madrid, 1893; 1 vol. in-4°.

An electric flash in the Egyptian question, its cause and origin, by EDWARD St JOHN FAIRMAN. London, 1894; 1 br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 2 avril 1894.)

Note de M. *O. Callandreau,* Observations de la comète Denning :

Page 728, le signe — de la réduction au jour pour les déclinaisons des étoiles *b* et *c* doit être remplacé par le signe +.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 AVRIL 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les observatoires de montagne au point de vue des cyclones.* Note de M. FAYE.

« Je citais, il y a quelques années, l'opinion suivante de M. le directeur du Bureau Central de Prusse, qui disait à l'Académie de Berlin :

» Quand on suit attentivement la littérature météorologique de ces derniers temps, on est forcé de reconnaître qu'il se prépare peu à peu une importante révolution dans la conception des grands mouvements de l'atmosphère.

» ... Cette révolution aura pour résultat de ramener à une juste mesure les vues soutenues par M. Faye sur les mouvements descendants à l'intérieur des cyclones et de les concilier jusqu'à un certain point avec les opinions qui régnaient naguère presque exclusivement (1).

(1) *Zur Theorie der Cyclone,* von W. von Bezold, p. 1 et 24.

» C'est surtout par l'étude un peu lente, mais progressive, des observations faites à de grandes altitudes que cette révolution s'est accomplie. On peut citer comme auteurs de cette élaboration : M. Hazen, sur le mont Washington, 1900^m; M. Hann, sur un groupe de montagnes autour du Sonnblick, 3100^m; M. Dallas, sur les montagnes qui bordent la péninsule hindoustanique; M. Vallot, au mont Blanc, 4365^m.

» Plus l'altitude de ces observatoires ou de ces stations est grande, plus complète a été la révolution qui vient de s'accomplir et qui aboutit finalement, comme on va le voir, à la vérification de mes théories.

» M. le professeur Hazen conclut, d'une quarantaine de cyclones et d'anticyclones observés par lui sur le mont Washington (¹) :

» 1° La théorie actuelle sur la génération et le développement des tempêtes est fort peu solide et ne supporte pas la discussion.

» 2° Il paraît probable que la formation des tempêtes est complètement indépendante de la distribution des températures dans le sens vertical.

» Pour bien comprendre le nœud de la question, il faut se reporter à l'origine des tourbillons de toute espèce. Les uns prennent naissance à ras terre par suite de l'échauffement anormal du sol, et de là s'élèvent sur place en tournoyant quelque peu jusqu'à une faible hauteur, lorsque la constitution locale de l'atmosphère s'y prête. Les autres, c'est-à-dire les cyclones, les tempêtes, sont engendrés dans les courants élevés qui règnent entre l'équateur et l'une ou l'autre région polaire. Les tourbillons légers qui prennent naissance au ras du sol par l'effet d'un échauffement tout local, c'est la théorie acceptée, la théorie des courants ascendants de convection; c'est celle dont M. Hazen fait la critique, mais aucune allusion à la seconde théorie qu'il ne connaît pas.

» Vient ensuite M. Hann, Directeur du service météorologique autrichien, qui dispose d'une série d'observatoires sur des montagnes dont la plus haute est le Sonnblick (²). Ce professeur a étudié les températures de l'air à différentes hauteurs. Dans les cyclones la théorie de la convection exige que ces températures soient constamment plus élevées que celles de l'air ambiant, et particulièrement plus élevées que dans les anticyclones. Il a trouvé tout le contraire et conclut en disant :

» Nous devons aux observatoires de montagne érigés dans ces derniers temps

(¹) *Storms and central ascendant courant*, dans l'*American meteor. Journal* de juillet 1889.

(²) *Denkschriften der M. N. Classe der K. Academie*, Band lvii, 1890.

d'être désormais affranchis du préjugé d'après lequel la température dans les cyclones et les anticyclones devait être la condition première de ces phénomènes.

» C'était la condamnation la plus formelle de la fameuse théorie de la convection, de même que l'expérience sur la vitesse de la lumière dans l'eau et dans l'air a fait disparaître la théorie de l'émission malgré les partisans acharnés de cette hypothèse.

» Malheureusement un célèbre météorologiste américain, M. Ferrel, dont tous les travaux reposaient sur l'hypothèse de la convection, attaqua le savant autrichien (1). M. Ferrel ignorait absolument mes idées; il croyait par exemple que les trombes aspirent l'eau des mers. M. Hann a eu, à plusieurs reprises, la bonté de me citer, mais il n'a point fait intervenir mes théories dans ce débat, ce qui en aurait singulièrement modifié les conclusions. Sommé de ne pas s'écarter des théories reçues, il s'inclina devant l'autorité de M. Ferrel :

» Nous terminons, dit-il dans sa réponse (2), par avouer que, malgré les objections que nous avons été conduits, par l'étude de nos cyclones (ceux des régions tempérées), à faire contre la pure théorie de la convection, nous reconnaissons volontiers que pour un groupe de phénomènes très voisins desdits cyclones, les cyclones tropicaux, les trombes et en partie les tornados, cette théorie est aussi belle que satisfaisante et qu'elle doit conserver dans notre Science une place prédominante.

» Voici donc la première phase significative de la révolution annoncée. M. Hann trouve, M. Hann *démontre* que les cyclones n'ont rien de commun avec les vieilles théories, mais il consent à admettre que les cyclones tropicaux n'ont pas la même constitution que ceux des régions tempérées et restent soumis aux lois de la convection.

» Ce n'est que la moitié de la vérité. Je passe à M. Dallas (3).

» Parlons maintenant des cyclones qui entrent dans la mer Arabique en venant de l'est. Ces tempêtes apparaissent comme des cyclones distincts passant sur la baie de Bengale en frappant la péninsule indienne sur la côte de Madras. Tant qu'ils traversent la péninsule, les mouvements cycloniques à la surface du sol sont brisés par un sol montueux, et cette désintégration augmente par des obstacles croissants, à mesure

---

(1) Ferrel, dans *Nature* du 19 mars 1891, p. 470.

(2) *Studien über die Luftdruck- und Temperaturverhältnisse auf dem Sonnblickgipfel,* de J. Hann, 9 april 1891.

(3) *On the appearence and progressive notions of cyclones in the Indian region,* par M. Dallas, F. R. Meteorol. Society, dans l'*American meteorological Journal,* juillet 1892.

que le cyclone approche de la côte ouest, là où les montagnes forment une barrière ininterrompue de 3000 à 7000 pieds de hauteur. Quand le cyclone passe sur ces montagnes, les indications sur le sol sont très faibles; mais, en considérant les phénomènes qui se produisent après le passage, il semble naturel de conclure que le tourbillon, réduit à sa partie supérieure, a continué son trajet sans interruption, et quand ces disques tourbillonnaires paraissent au-dessus de l'océan, le cyclone travaille de nouveau sur la surface de la mer.

» Remarquez qu'il s'agit ici de cyclones par 14° de latitude, et, par conséquent, de cyclones tropicaux. Plus loin, M. Dallas dit :

» Il n'y a pas de sujet plus important, pour les météorologistes du temps présent, que ceux qui ont trait à la couche où les cyclones se produisent et à l'influence qu'exercent leurs mouvements progressifs.

» Si les cyclones sont aussi intimement liés avec les courants supérieurs que semblent l'indiquer les recherches précédentes, cette connexion parle en faveur de leur génération dans ces courants et il faut placer leur origine dans une région où l'observation actuelle devient impossible. Certes, il sera difficile de changer le mode d'observation, mais c'est à cette condition qu'on pourra aboutir à une solution définitive.

» Ici, M. Dallas semble faire appel aux observations de montagnes les plus élevées.

» J'arrive à M. Vallot qui a porté son observatoire sur le mont Blanc à l'énorme altitude de 4365^{m}. Ici on ne peut ergoter sur l'influence qu'un sol, même réduit à quelques pas, de superficie horizontale, peut exercer sur la température de manière à mettre en doute les belles observations de M. Hann. Il n'est pas question de température dans celles de M. Vallot. Voici ses conclusions (1):

» Il reste encore à étudier les tourbillons à diverses hauteurs de l'atmosphère. Reprenant les figures 42 à 50, on voit qu'ils ont leur plus grande intensité à la station supérieure, qu'ils n'atteignent pas toujours la station moyenne et que d'ailleurs ils y sont très diminués, et enfin que la station inférieure n'est que très rarement atteinte. L'altitude atteinte par la pointe de ces cônes dans leur mouvement descendant peut être mesurée approximativement par les stations barométriques échelonnées, et l'on peut constater qu'il est très rare qu'on puisse même se douter de leur existence dans les régions de la plaine. Les anciennes théories qui voulaient que les tourbillons prissent naissance dans la région basse, à la faveur de l'échauffement du sol, doivent donc être définitivement abandonnées, et ces expériences, à l'aide de stations conjuguées, se trouvent constituer une preuve *expérimentale* et sans réplique des belles théories de M. Faye.

---

(1) *Annales de l'observatoire météorologique du mont Blanc* (alt. 4365^{m}), par M. Vallot, fondateur et directeur de l'observatoire; 1893.

» En résumé, M. Hazen, à l'observatoire du mont Washington, 1900^m, affirme que la théorie de la convection est insoutenable.

» M. Hann, au Sonnblick, 3100^m, prouve que la théorie de la convection est complètement fausse pour les cyclones des régions tempérées.

» M. Dallas, aux Indes orientales, pays des cyclones tropicaux, montre que ces cyclones franchissent des chaînes de montagne de 7000 pieds.

» M. Vallot, en France, sur le mont Blanc, à l'altitude de 4365^m, déclare que la théorie de M. Faye est démontrée par ses observations.

» Telle serait donc, d'après les observatoires de montagne qui ont permis de suivre les cyclones jusqu'à près de 4400^m, au lieu de se borner comme autrefois aux phénomènes qui ont lieu au ras du sol, l'issue de la révolution annoncée par M. von Bezold, parlant devant l'Académie de Berlin. Cette révolution est plus radicale que ne l'imagine le savant météorologiste.

» Mais je ne puis m'empêcher d'insister ici sur ce progrès des sciences d'observation qui vient de résoudre la question fondamentale de la Météorologie et qui semble appelé à de plus vastes combinaisons. Déjà en France, où nous venons d'enregistrer ces résultats, nous voyons, par les énergiques efforts de M. Janssen, qu'un prochain avenir nous réserve de belles conquêtes dans de tout autres directions. Ce n'est pas seulement la Météorologie, mais la théorie elle-même du Soleil qui obtiendra de nouvelles ressources à la condition d'aborder de nouvelles altitudes dans l'atmosphère. Toujours plus haut, c'est désormais la devise de la science des observations. »

M. **Daubrée** présente le Rapport qu'il a lu, comme Président du Bureau Central météorologique, à la séance générale du Conseil de 1893.

A la suite des observations sur les avertissements, la climatologie, les publications, les Commissions départementales, l'observatoire du Parc Saint-Maur et les observatoires régionaux, se trouvent exposées diverses remarques relatives aux orages.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre de la Section de Chimie, en remplacement de M. *Fremy*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Grimaux obtient	45	suffrages
M. Le Chatelier »	6	»
M. Ditte »	2	»
M. Joly »	1	»
M. Lemoine »	1	»
M. Maumené »	1	»

M. Grimaux, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1894.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Montyon (Mécanique). — MM. Lévy, Boussinesq, Sarrau, Resal, Léauté réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Deprez et Haton de la Goupillière.

Prix Plumey. — MM. de Bussy, Sarrau, Guyou, Lévy, Deprez réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Jonquières et Léauté.

Prix Dalmont. — MM. Lévy, Sarrau, Resal, Haton de la Goupillière, Cornu réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Léauté et Boussinesq.

Prix Lalande. — MM. Tisserand, Faye, Wolf, Lœwy, Callandreau réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Janssen et Bouquet de la Grye.

Prix Damoiseau. — MM. Tisserand, Callandreau, Faye, Lœwy, Wolf réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Janssen et Poincaré.

Prix Valz. — MM. Lœwy, Faye, Tisserand, Callandreau, Wolf réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Janssen et Poincaré.

RAPPORTS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Rapport verbal concernant une démonstration du théorème de Fermat sur l'impossibilité de l'équation* $x^n + y^n = z^n$ *adressée par* M. G. Korneck.

(Commissaires : MM. Picard, Poincaré, rapporteur.)

« La démonstration proposée par M. Korneck ne peut être acceptée. Elle s'appuie, en effet, sur le lemme suivant :

» *Soient les deux nombres n et k dont n est supposé impair, premiers entre eux et non divisibles par un carré; si l'on a en nombres entiers*

$$nx^2 + ky^2 = z^n,$$

x sera divisible par n.

» Ce lemme est inexact, car on peut faire par exemple :

$$n = 3, \quad k = 1, \quad x = y = z = 4,$$
$$n = 5, \quad k = 3, \quad x = 1, \quad y = 3, \quad z = 2,$$
$$n = 7, \quad k = 65, \quad x = 3, \quad y = 1, \quad z = 2. »$$

CORRESPONDANCE.

M. Laussedat prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre devenue vacante par suite du décès de M. le Général *Favé*.

(Renvoi à la Commission.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la photographie de la chromosphère du Soleil.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Tisserand.

« J'ai annoncé en 1892 (*Comptes rendus*, 8 février et 14 mars) que les raies brillantes H ou K du calcium qui apparaissent sur le disque solaire doublement renversées, décèlent avec les spectrographes à deux fentes les masses gazeuses incandescentes de l'atmosphère solaire projetées sur le disque, c'est-à-dire la chromosphère et les protubérances. J'ai montré de plus (*Comptes rendus*, 8 mars 1892, 27 novembre et 26 décembre 1893), que les images de ces vapeurs du calcium, appelées par moi *flammes faculaires*, sont en accord général de formes, mais non en coïncidence avec les images des facules de la photosphère données par la simple lunette, et qu'elles sont formées par les parties les plus intenses de la chromosphère et des protubérances, qui en général sont les parties basses, mais avec une épaisseur encore très notable. En résumé, le spectrographe ne donne pas la photographie des facules de la photosphère, mais l'image exacte de la chromosphère telle qu'on la verrait si la photosphère était enlevée. Cette distinction est importante, car les facules sont observées, depuis l'invention des lunettes, plus ou moins facilement, suivant leur distance au centre; la chromosphère, par contre, n'a pu encore être reconnue que dans la partie annulaire extérieure au disque.

» Cependant, à ces résultats présentés par moi comme certains, M. Hale, et, dans une certaine mesure, M. Evershed, ont opposé les objections suivantes (*Knowledge*, janvier 1894). Les facules, au bord du Soleil, ne sont pas toujours accompagnées par une protubérance; de plus, les protubérances se montrent souvent aux pôles mêmes, alors que les flammes faculaires manquent et ne dépassent pas la latitude de 70°. Je réponds brièvement à ces objections en ajoutant quelques faits nouveaux.

» Tout d'abord, il faut avoir bien en vue les conditions nouvelles de la chromosphère lorsque, après avoir été examinée au bord où elle apparaît comme en élévation, elle est transportée sur le disque où elle se présente comme en plan. Dans le premier cas, les parties saillantes sont les plus élevées, c'est-à-dire les proéminences; dans le second, ce sont les parties les plus intenses qui sont en général aussi les parties basses; car la raie chromosphérique ou protubérantielle au bord a la forme en fer de lance et est, en général, notablement plus large et intense à sa base.

» L'image obtenue est bien, d'ailleurs, l'image de la chromosphère

entière telle qu'on la verrait isolée, car, avec un foyer quelconque de lumière, l'œil perçoit d'abord seulement les parties les plus brillantes; il faut couvrir ces parties brillantes et se placer sur le côté pour distinguer les parties plus faibles. Tel est le premier résultat que donne *a priori* la simple analyse de la chromosphère au bord.

» D'autre part, dans les Notes précédentes, j'ai employé le mot *protubérance* en lui donnant un sens large; la distinction entre la chromosphère et les protubérances n'étant pas nette, et les protubérances étant simplement les parties de la chromosphère qui ont des prolongements élevés. Or, lorsqu'une facule est au bord solaire, elle n'est pas accompagnée toujours par une haute protubérance, mais tout au moins la chromosphère est *plus vive* et *plus haute*. Ce fait, qui a été déjà reconnu avec la raie de l'hydrogène (*le Soleil*, P. Secchi), se vérifie aussi avec la raie du calcium, qui, de plus, à sa base, a la même intensité que la raie de la flamme faculaire voisine. Si donc on transporte sur le disque cette partie de la chromosphère plus vive et plus haute que les parties voisines, on a une plage brillante qui a la forme de la facule et l'intensité de la flamme faculaire. Il est inutile de placer la vapeur productrice des raies brillantes dans la photosphère, là où l'on n'a jamais vu sûrement de raie brillante de cette nature.

» Il en est de même lorsqu'on examine les flammes faculaires plus faibles réparties sur tout le disque; leur raie noire centrale se prolonge en effet au delà du disque dans la chromosphère du bord par une petite raie noire en fer de lance ([1]): ce détail peut être observé sur tout le bord avec un ciel favorable, une image du Soleil agrandie et un spectroscope exempt d'astigmatisme. Les intensités des raies brillantes étant aussi les mêmes de chaque côté du bord et dans son voisinage immédiat, la conclusion précédente s'applique à tout le disque et à la chromosphère entière ([2]).

([1]) Sur le disque, la raie noire centrale a aussi la forme en fer de lance près des taches, dans toutes les directions qui divergent de l'ombre où justement elle est réduite à zéro; par comparaison avec ce qui se passe au bord, on est conduit à conclure que, au-dessus des taches, la base de la chromosphère est plus élevée que le niveau supérieur de la photosphère. Ce résultat est en accord avec les observations déjà anciennes de taches au bord solaire par Respighi et le P. Secchi; il s'explique bien lorsqu'on considère la chromosphère comme une flamme électrique; là où manque le conducteur, l'étincelle manque aussi.

([2]) Cette étude déjà ancienne a été faite avec un spectroscope ordinaire et par des sections successives. La méthode est longue, pénible, mais sûre, applicable avec un

» Les hautes protubérances des pôles ne fournissent pas une preuve contraire; car, comme leur lumière entière est captée par le spectrographe, l'absence de flammes faculaires dans cette région indiquerait simplement que ces protubérances sont relativement peu intenses, aussi bien à la base qu'au sommet, et le résultat ainsi présenté serait d'ailleurs digne d'intérêt. Mais le fait négatif signalé par M. Hale, à savoir l'absence de flammes faculaires aux pôles, n'est pas exact. Car, depuis le commencement de novembre 1893, j'ai obtenu des flammes faibles aux pôles, toutes les fois que les conditions ont été favorables; si bien que leur présence apparaît comme constante, au moins dans la période considérée. Je présente à l'Académie plusieurs épreuves de disque entier, qui lèvent tous les doutes (¹).

» Le spectrographe employé a été construit d'après les principes posés précédemment. Il comprend un collimateur de $0^m,50$, un prisme de flint de $60°$ et une lunette de 1^m; il se déplace tout entier d'un mouvement continu devant l'image du soleil fixe, fournie par un sidérostat et un objectif de $0^m,12$, pendant que la plaque est animée d'un mouvement proportionnel par rapport à la seconde fente. La faible dispersion permet d'avoir toute la lumière des flammes avec la netteté maxima des formes, et la grande longueur de la lunette assure un réglage facile de la seconde fente et un grossissement direct sans perte de lumière.

» Le résultat négatif de M. Hale tient probablement à ce que son spectrographe, ayant une dispersion quatre fois et demie plus grande, capte moins sûrement les raies des faibles flammes dont les composantes, très écartées, peuvent échapper à une fente fine, et aussi à ce que les flammes du bord, à cause de l'insuffisance du réseau, sont données moins intenses que les flammes du centre.

» Les flammes des pôles apparaissent mieux en effet avec une pose relativement longue, qui en même temps donne aussi les protubérances fortes et moyennes, si bien que l'on a en une seule opération la chromosphère du bord et la chromosphère du disque, qui jusqu'alors étaient considérées comme exigeant deux poses séparées. La lumière diffuse du spectroscope est alors gênante; il convient donc d'adopter pour le cas général les dispositions déjà recommandées pour le cas spécial de la couronne et, en particulier, un système optique tout en quartz. »

---

spectroscope quelconque, et seule capable de donner des résultats complets. Elle est, à mon avis, la meilleure, au moins pour les premières recherches.

(¹) Ces épreuves ont été faites avec le concours de mon assistant M. Mittau.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une application de la théorie des groupes continus à la théorie des fonctions*. Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Les fonctions uniformes d'une variable $u = f(z)$ qu'on peut regarder comme fondamentales (fonctions exponentielles, elliptiques, fuchsiennes, etc.), jouissent toutes de cette propriété que les valeurs z_i de z qui correspondent à une valeur de u se déduisent d'un nombre *fini* d'entre elles, soit $z_1, z_2, \ldots, z_q$, par une infinité de transformations $z_i = \frac{a_i z + b_i}{c_i z + d_i}$ (où z représente une des valeurs $z_1, z_2, \ldots, z_q$). Une extension naturelle consiste à étudier *les transcendantes uniformes* $u(z)$ *telles que les valeurs* $z_i(u)$ *se déduisent de* $z_1, z_2, \ldots, z_q$ *par une infinité de transformations :*

$$(1) \qquad \varphi_i(z_i, z) = 0,$$

où φ_i *est un polynome de degré* m *en* z_i *et en* z (m ne dépendant pas de i). J'ai déjà montré que toutes ces fonctions se déduisent des fonctions *automorphes* par un changement algébrique de la variable (voir les *Comptes rendus*, juin 1892). Voici en quelques mots une démonstration nouvelle de ce théorème, qui va nous permettre de passer au cas de plusieurs variables.

» Écrivons la relation la plus générale de degré m en z et en z_i :

$$\varphi(z_i, z) = 0,$$

relation dont les coefficients $a, b, \ldots, l$ ont pour chaque substitution (1) une valeur bien déterminée $a_i, b_i, \ldots, l_i$. Si, quel que soit i, les valeurs a_i, $b_i, \ldots, l_i$ satisfont à certaines relations algébriques telles que

$$g(a, b, \ldots, l) = 0,$$

nous tirons de ces relations plusieurs des paramètres $a, b, \ldots, l$ en fonction des autres, et les substitutions (1) se trouvent ainsi exprimées algébriquement à l'aide de paramètres $a, b, \ldots, f$ *algébriquement indépendants :* j'entends que les valeurs $a_i, b_i, \ldots, f_i$ correspondant à chaque substitution (1) ne vérifient aucune relation algébrique indépendante de i. L'ensemble des substitutions $\varphi(z_i, z, a_i, b_i, \ldots, f_i) = 0$ forme par hypothèse *un groupe infini discret*. On en déduit aisément que *l'ensemble* E *des*

substitutions

(2) $$\varphi(z', z, a, b, \ldots, f) = 0,$$

où $a, b, \ldots, f$ sont des constantes arbitraires, forme un groupe continu.

» On est conduit ainsi à étudier *les groupes algébriques continus* (2). Or donnons à $a, b, \ldots, f$ des valeurs quelconques $a_0, b_0, \ldots, f_0$, et soit $\varphi_0(Z, z) = 0$ la relation (2) correspondante. On peut montrer que z' s'exprime rationnellement en z et Z : $z' = R(z, Z, a, b, \ldots, f)$, et que de plus cette relation définit une correspondance birationnelle entre les points (z, Z) et (z', Z') des courbes $\varphi_0(Z, z) = 0$ et $\varphi_0(Z', z') = 0$. Il suit de là que *tout groupe algébrique continu* (2) *est algébriquement semblable à un groupe continu de transformations birationnelles d'une courbe algébrique en elle-même*. Le genre p de $\varphi = 0$ est égal à zéro ou à 1 : si $p = 0$, un changement algébrique de variable, $z = \chi(t)$, ramène le groupe (2) au groupe $t' = \dfrac{at+b}{ct+d}$ (ou à un de ses sous-groupes); si $p = 1$, le groupe (2) se ramène algébriquement au groupe $[t = \operatorname{sn}\tau,\ t' = \operatorname{sn}(\tau + a)]$ défini par la formule d'addition de la fonction sn. Ce dernier d'ailleurs ne peut renfermer *de groupe infini discret. Toutes les fonctions uniformes étudiées $u(z)$ se déduisent donc des fonctions automorphes par un changement algébrique de la variable.*

» Posons-nous maintenant la question suivante : *Étudier les transcendantes uniformes $u(z)$ telles que les valeurs z_i de z correspondant à une valeur u_0 de u se déduisent d'un nombre fini d'entre elles (soit $z_1, z_2, \ldots, z_q$) par une infinité de transformations $\varphi_i(z_i, z, \zeta) = 0$ où φ_i est un polynome de degré m par rapport à chaque variable* (z et ζ sont deux des valeurs z_1, $z_2, \ldots, z_q$). Cette question rentre dans une question plus générale concernant les fonctions de *deux* variables : considérons en effet deux fonctions uniformes u et v des deux variables z et ζ; deux cas sont à distinguer suivant que z et ζ considérées comme fonctions de u, v présentent ou non des singularités *essentielles*. Plaçons-nous exclusivement dans ce dernier cas, et étudions *les transcendantes uniformes u, v de z, ζ telles que toutes les déterminations z_i, ζ_i de z, ζ correspondant aux valeurs u_0, v_0 de u, v se déduisent d'un nombre fini d'entre elles, soit (z_1, ζ_1), (z_2, ζ_2), $\ldots$, (z_q, ζ_q), par une infinité de transformations*

(3) $$\varphi_i(z_i, z, \zeta) = 0, \qquad \psi_i(\zeta_i, z, \zeta) = 0$$

où φ_i, ψ_i sont des polynomes de degré m par rapport à chaque variable [z et ζ

sont un des couples $(z_1, \zeta_1), \ldots, (z_q, \zeta_q)$]. Cette question renferme la précédente, ainsi qu'on le voit en posant

$$u = f(z), \qquad v = f(\zeta).$$

» On montre, comme plus haut, que les substitutions (3) étant exprimées *algébriquement* à l'aide du nombre *minimum* de paramètres $a, b, \ldots, f$, *l'ensemble des substitutions*

$$(4) \qquad \varphi(z', z, \zeta, a, b, \ldots, f) = 0, \qquad \psi(\zeta', z, \zeta, a, b, \ldots, f) = 0$$

forme un groupe continu algébrique. On montre ensuite que *tout groupe continu algébrique est semblable algébriquement à un groupe continu de transformations birationnelles d'une certaine surface algébrique en elle-même*. Il suit de là que tout groupe (4) peut se ramener *algébriquement* soit à un des *types canoniques* énumérés par M. Sophus Lie (¹) (*Theorie der Transformationsgruppen*, t. III, p. 71-73), soit à un des groupes définis par *les formules d'addition des fonctions périodiques de deux variables*.

» Ces derniers d'ailleurs ne sauraient renfermer *de groupes infinis discrets*. Nous n'avons donc à considérer que les groupes infinis discrets que renferment les groupes canoniques algébriques de M. Lie. Comme types primitifs, ces groupes ne renferment que les groupes *hyperfuchsiens;* comme types imprimitifs, ces groupes renferment les groupes *hyperabéliens*, mais ils en renferment *d'autres* qui en diffèrent essentiellement. Les transcendantes uniformes qui s'introduisent ainsi ne se ramènent donc pas toutes aux transcendantes de M. Picard : toutefois, pas plus que celles de M. Picard, elles ne peuvent servir à exprimer les coordonnées d'un point d'une surface algébrique *quelconque*.

» Soit (G) un groupe canonique algébrique de M. Lie, à r paramètres; admettons que ce groupe renferme un groupe infini discret auquel correspondent des fonctions uniformes u, v de z, ζ.

» Ces fonctions satisfont à un système différentiel complet *algébrique*, dont l'intégrale est *uniforme* et dépend de r constantes (qui y entrent en général d'une manière *transcendante*); de ce système on peut déduire des équations différentielles ordinaires d'ordre *r au plus* dont l'intégrale est aussi uniforme. Par exemple, pour un groupe hyperfuchsien, le système complet est du huitième ordre et on en déduit des équations du cinquième ordre dont l'intégrale est uniforme et dépend des constantes d'une façon transcendante. Il y aurait grand intérêt à déterminer les fonctions corres-

(¹) Il n'y a à considérer ici que ceux de ces types qui sont *algébriques*.

pondant aux plus petites valeurs possibles de r et qui ne se ramènent pas aux fonctions automorphes d'une variable ou aux fonctions périodiques de plusieurs variables.

» Il est clair que les résultats précédents s'étendent à un nombre quelconque de variables. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la généralisation des fractions continues algébriques.* Note de M. **Padé**, présentée par M. Appell.

« J'ai eu précédemment l'honneur de faire connaître à l'Académie les résultats que j'ai obtenus dans l'étude de l'ensemble des fractions rationnelles approchées d'une fonction, et en particulier, les relations linéaires qui lient les numérateurs et les dénominateurs de trois fractions convenablement choisies dans l'ensemble [1]. Les diverses formes de ces relations conduisent à un grand nombre de moyens d'obtenir, par un calcul de proche en proche, une fraction déterminée de l'ensemble; moyens dont chacun correspond à l'existence d'une fraction continue *simple* qui a pour réduite la fraction cherchée, et dont un petit nombre seulement, qui n'apparaissent que dans le cas général, donnent un algorithme régulier correspondant à l'existence d'une fraction continue *régulière*.

» Ces résultats se transportent à la question générale de la détermination des polynomes $X_1, X_2, \ldots, X_n$, de degrés $\mu_1, \mu_2, \ldots, \mu_n$, satisfaisant à l'équation

$$S_1 X_1 + S_2 X_2 + \ldots + S_n X_n = S . x^{\mu_1+\mu_2+\cdots+\mu_n+n-1},$$

où $S_1, S_2, \ldots, S_n$ désignent des séries entières données, à terme constant différent de zéro, et S une série de même nature, mais non donnée.

» Je suppose, pour laisser de côté les cas particuliers qui apportent des complications très grandes, que les coefficients des séries données restent indéterminés, et je me borne, pour simplifier l'écriture, au cas de trois séries S_1, S_2, S_3.

» Considérons une suite dont chaque terme est composé de trois nombres, positifs ou nuls, qui seront des degrés de polynomes, le dernier terme étant (μ_1, μ_2, μ_3) :

$$(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3); \quad (\beta_1, \beta_2, \beta_3); \quad (\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3); \ldots; (\mu_1, \mu_2, \mu_3);$$

---

[1] *Comptes rendus,* t. CXI.

les neuf nombres qui composent trois termes consécutifs quelconques satisfont à des inégalités que nous écrivons par exemple, pour les trois premiers termes :

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 \leqq \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 \leqq \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3,$$

$$\beta_2 + \gamma_3 \leqq \alpha_2 + \alpha_3 + 2, \qquad \beta_3 + \gamma_1 \leqq \alpha_3 + \alpha_1 + 2, \qquad \beta_1 + \gamma_2 \leqq \alpha_1 + \alpha_2 + 2,$$

$$\beta_3 + \gamma_2 \leqq \alpha_3 + \alpha_2 + 2, \qquad \beta_1 + \gamma_3 \leqq \alpha_1 + \alpha_3 + 2, \qquad \beta_2 + \gamma_1 \leqq \alpha_2 + \alpha_1 + 2.$$

» Ceci posé, nous regardons les nombres d'un même terme comme les degrés de trois polynomes formant un système de polynomes approchés pour S_1, S_2, S_3. Soit (P_1, P_2, P_3); (Q_1, Q_2, Q_3); (R_1, R_2, R_3); (T_1, T_2, T_3); ...; (X_1, X_2, X_3) la suite des systèmes de polynomes correspondant à la suite des systèmes de degrés : *chaque polynome d'un système est une fonction linéaire, à coefficients entiers en x, des polynomes de même rang dans les trois systèmes précédents.* Ainsi, par exemple, on a

$$P_1 a + Q_1 b + R_1 c = T_1,$$
$$P_2 a + Q_2 b + R_2 c = T_2,$$
$$P_3 a + Q_3 b + R_3 c = T_3;$$

a est un monome, et b et c sont des polynomes dont le terme constant est différent de zéro, caractères qui généralisent ceux des fractions continues simples.

» Voici, maintenant, un exemple d'un algorithme régulier. Il suffit de considérer la suite

$$(0, \mu_2, \mu_3); \quad (1, \mu_2, \mu_3); \quad (2, \mu_2, \mu_3); \quad \ldots; \quad (\mu_1, \mu_2, \mu_3)$$

qui satisfait à toutes les conditions imposées; alors, *quel que soit le système de polynomes que l'on calcule au moyen des trois systèmes précédents, a est un monome du premier degré, et b et c sont des binomes du premier degré;* cet algorithme est, en tous points, analogue à celui de la formation des réduites pour les fractions continues régulières de la première classe et du premier type de cette classe. Il est aisé d'obtenir l'algorithme régulier correspondant aux fractions du deuxième type de la même classe. Quant aux algorithmes correspondant aux fractions continues régulières de la deuxième classe, ils présentent ce caractère nouveau que a, b, c ne sont plus entiers, mais admettent un même polynome entier pour dénominateur.

» Il est clair qu'au lieu de considérer une suite unique pour arriver aux polynomes X_1, X_2, X_3, on peut faire emploi de moyens plus compliqués

qui en dérivent. En effet, le calcul d'un système de polynomes dépendant de trois autres systèmes, on peut, pour obtenir chacun de ceux-ci, se servir d'une suite à lui spéciale; à tout terme de ces suites, on pourra appliquer le même raisonnement, et ainsi de suite.

» On peut encore associer trois systèmes convenables de polynomes pour le calcul de trois autres, employer ceux-ci au calcul de trois autres encore, etc., jusqu'à obtenir le système dont on fait dépendre le calcul de X_1, X_2, X_3. C'est ainsi que les trois systèmes caractérisés par les degrés

$$(m, m'-1, m''-1), \quad (m-1, m', m''-1), \quad (m-1, m'-1, m'')$$

peuvent servir à calculer chacun des trois suivants

$$(m+1, m', m''), \quad (m, m'+1, m''), \quad (m, m', m''+1),$$

toutes les inégalités imposées se trouvant vérifiées dans chacun des trois cas. On pourra passer ensuite de ces trois nouveaux systèmes à trois autres analogues, et ainsi de suite. L'élégant algorithme auquel conduit cette méthode est celui indiqué par M. Hermite dans une Lettre récemment publiée dans les *Annali di Matematica pura ed applicata*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination du nombre des nombres premiers inférieurs à une quantité donnée.* Note de M. **H. von Koch**, présentée par M. Picard.

« Riemann, dans un Mémoire célèbre (*Œuvres complètes*, p. 136), a proposé une expression analytique pour la représentation du nombre des nombres premiers inférieurs à une quantité donnée n et des formules d'approximation pour le cas où n est très grand. Pourtant sa démonstration, bien qu'elle ait été complétée plus tard, dans des points essentiels, par les recherches de plusieurs géomètres, n'est pas encore, comme on sait, à l'abri de toute objection. Aussi, il paraît extrêmement difficile de parvenir, par la méthode proposée par Riemann, à une solution satisfaisante du problème.

» C'est en suivant un tout autre chemin que je suis arrivé aux deux théorèmes suivants. Soit n un nombre entier arbitraire, q le nombre des nombres premiers inférieurs ou égaux à n;

» *On peut former une fonction entière rationnelle* $\mathfrak{F}(x)$ *dont les coefficients*

s'expriment rationnellement par rapport aux nombres

(A) $$1,\ 2,\ \ldots,\ n,$$

et telle que l'on ait

(B) $$q = \vartheta(1) + \vartheta(2) + \ldots + \vartheta(n).$$

» *On peut, en outre, former une fonction entière* $\theta(x)$, *dont les coefficients s'expriment sous la forme de polynomes entiers, à coefficients rationnels, par rapport au nombre* π, *de telle manière que l'on ait*

(C) $$q = \theta(1) + \theta(2) + \ldots + \theta(n).$$

» Pour démontrer le premier théorème, qui, comme on voit, revient à affirmer la possibilité d'exprimer q par une fonction *numérique élémentaire* de n, il suffira de former une fonction entière rationnelle $\vartheta(x)$ qui est égale à *un* ou à *zéro* selon que x, supposé compris dans la suite (A), est ou n'est pas un nombre premier. Soient α et β deux entiers positifs quelconques, et posons

$$f(x) = \prod_{\mu=1}^{\alpha}(x-\mu); \qquad \psi(x) = \sum_{\mu=2}^{\beta}\sum_{\nu=2}^{\beta}\frac{1}{f'(\mu\nu)}\,\frac{1}{x-\mu\nu};$$
$$\varphi(x) = f(x)\psi(x).$$

$\varphi(x)$ est rationnel par rapport à x et se réduit à un polynome entier si l'on choisit

$$\alpha \geqq (\beta-1)^2.$$

» On voit facilement que $\varphi(p) = 0$, p désignant un nombre *premier* quelconque de la suite $1, 2, \ldots, \alpha$ et que, si c désigne un nombre *composé* quelconque de cette suite, $\varphi(c)$ est égal au nombre des diviseurs distincts de c; ce nombre $\varphi(c)$ est donc nécessairement $\geqq 1$, mais $\leqq \alpha$.

» Donc la fonction

$$\vartheta(x) = \prod_{\lambda=1}^{\alpha}\left[1 - \frac{\varphi(x)}{\lambda}\right]$$

est égale à *un* ou à *zéro* selon que x, supposé compris dans la suite $1, 2, \ldots, \alpha$, est ou n'est pas un nombre premier. Pourvu que $n > 2$, nous pouvons poser, par exemple,

$$\beta = n-1, \qquad \alpha = (n-2)^2;$$

alors $\vartheta(x)$ jouit bien de la propriété d'être égal à *un* ou à *zéro* selon que x, supposé compris dans la suite (A), est ou n'est pas un nombre premier.

Les coefficients de cette fonction s'exprimant visiblement d'une manière rationnelle par rapport aux nombres (A), notre premier théorème est donc démontré.

» Pour démontrer le second, nous posons

$$\mathfrak{F}(x) = \frac{\sin 2\pi x}{2\pi}; \qquad \Psi(x) = \sum_{\mu=2}^{+\infty} \sum_{\nu=2}^{+\infty} \frac{2x}{x^2 - \mu^2\nu^2};$$

$$\Phi(x) = \mathfrak{F}(x)\,\Psi(x).$$

$\Phi(x)$ représente une fonction entière de x et, en la développant suivant les puissances entières de x, on voit facilement que chacun des coefficients prend la forme d'un polynome entier, à coefficients rationnels, par rapport à π. De plus, pour tout nombre premier p, $\Phi(p)$ s'annule et, pour tout nombre composé c, $\Phi(c)$ est égal au nombre des diviseurs distincts de c. On voit donc, comme tout à l'heure, que la fonction

$$\theta(x) = \prod_{\lambda=1}^{+\infty} \left\{ 1 - \left[\frac{\Phi(x)}{\lambda}\right]^2 \right\} = \frac{\sin[\pi\Phi(x)]}{\pi\Phi(x)},$$

pour les valeurs entières de x, est égale à *un* ou à *zéro* selon que x est ou n'est pas un nombre premier. L'égalité (C) a donc lieu, et, en développant $\theta(x)$ selon les puissances entières de x, on voit que chacun des coefficients sera un polynome entier, à coefficients rationnels, par rapport à π.

» Nous avons donc trouvé deux fonctions $\vartheta(x)$ et $\theta(x)$ répondant aux théorèmes énoncés; il convient de remarquer que, par une méthode un peu plus générale, nous aurions pu trouver une infinité de fonctions différentes jouissant des mêmes propriétés.

» D'ailleurs, il est aisé de voir que la méthode précédente s'applique à des problèmes beaucoup plus généraux. Elle peut servir à démontrer, par exemple, qu'on peut exprimer, par une fonction numérique élémentaire de n, combien il y a de nombres entiers inférieurs à n et décomposables en un nombre donné quelconque de facteurs primaires.

» D'un autre côté, on a, en vertu des propriétés de la fonction $\vartheta(x)$,

$$\Sigma p^k = \Sigma \nu^k \vartheta(\nu), \qquad (k = 1, 2, \ldots, q),$$

les sommations à gauche se reportant à tous les nombres premiers $p \leqq n$ et celles à droite à tous les entiers $\nu \leqq n$. De là, et en vertu d'un théorème classique de l'Algèbre, nous concluons qu'il est possible de déterminer

une suite de fonctions numériques élémentaires de n :

$$c_1(n),\ c_2(n),\ \ldots,\ c_q(n),$$

telle que l'équation algébrique

$$x^q + c_1 x^{q-1} + \ldots + c_q = 0,$$

admette pour racines les q nombres premiers $\leqq n$. L'analogue a lieu pour les nombres composés de facteurs primaires en nombre quelconque.

» Les formules précédentes, qui expriment la relation fonctionnelle qui existe entre n et q, sont évidemment trop compliquées pour s'appliquer directement au calcul numérique de q. Mais, d'après les recherches de MM. Poincaré et Hadamard sur les fonctions entières, il paraît probable que ces formules se simplifieront beaucoup et deviendront plus commodes au point de vue numérique, dans le cas où l'on prendra n suffisamment grand. C'est ce que je me propose d'examiner de plus près une autre fois. »

OPTIQUE. — *Sur la constitution des ondes parageniques de diffraction.* Note de M. G. MESLIN, présentée par M. Mascart.

« Lorsque des rayons lumineux émanés d'un point S subissent une réflexion ou une réfraction sur une surface aplanétique Σ, ils vont passer par un point S_1, réel ou virtuel; on sait qu'en vertu du principe d'Huygens, les différents chemins qui vont de S en S_1 sont parcourus en des temps égaux, de sorte que les phases en S_1 et en S diffèrent d'une quantité constante, indépendante de la direction considérée pour la propagation du mouvement.

» De même, en étudiant l'action exercée en un point M, on reconnaît que cette action provient d'une très petite zone de la surface Σ avoisinant le point s_1 où la droite MS_1 coupe Σ, le chemin Ss_1M jouissant de la propriété d'être de durée minimum; on peut démontrer que l'action est la même sur tous les points M situés à la même distance de S_1; en un mot, la nouvelle onde a une structure *uniforme*.

» Ces propriétés ne se retrouvent plus pour les ondes parageniques de diffraction obtenues en faisant tomber sur un réseau les rayons émanés de S.

» 1° Les mouvements vibratoires envoyés en S_1 (images diffractées de S) par les différents points du réseau ne sont plus concordants entre eux;

d'après la méthode qui sert à déterminer S_1, on reconnaît que deux points homologues A et A' de deux éléments consécutifs envoient en S_1 des mouvements qui concordent ou plutôt qui diffèrent de λ; de même, deux autres points homologues B, B' envoient aussi des mouvements concordants entre eux, mais le mouvement émané de A ne concorde plus avec le mouvement émané de B et les mouvements reçus en S_1 ont une phase qui croît d'une façon continue au fur et à mesure que change autour de S_1 la direction suivant laquelle ce mouvement lui parvient; cette phase augmente de λ, lorsqu'on passe d'un point du réseau au point homologue de l'élément consécutif.

» 2° Cette propriété se retrouve pour les différentes ondes dont le centre est en S_1; la phase y varie d'une façon continue et l'amplitude y change d'une façon périodique, de sorte qu'une telle onde, au lieu d'avoir une constitution uniforme, a une structure *crénelée* qui est en rapport avec la structure périodique du réseau qui lui a donné naissance.

» 3° L'action exercée en un point M provient encore d'une petite zone qui environne le point s_1 où la droite S_1M coupe le réseau, mais le chemin Ss_1M ne représente plus le trajet de durée minimum, il jouit cependant d'une autre propriété qui différentie S_1M des autres directions : c'est au voisinage de cette direction que se trouvent sur deux éléments consécutifs, deux points homologues envoyant en M des mouvements différents de λ, ou encore *c'est au voisinage de cette direction que se trouvent deux éléments qui envoient des mouvements infiniment voisins d'être concordants;* telle est la propriété qui caractérise cette fois la région efficace.

» 4° En calculant les actions exercées en M par les différents points de la zone efficace, et en les composant au point s_1, on reconnaît qu'on est amené à ajouter à la phase du point s_1 un retard fictif φ_1, variable avec la position du point s_1 sur la région efficace; de même l'amplitude doit être modifiée par un facteur a_1, variable dans les mêmes conditions, tandis que si l'on a affaire à une onde ordinaire (réflexion ou réfraction) le coefficient qui multiplie l'amplitude est constant et le retard fictif dont il faut affecter le point s_1 pour tenir compte de la zone efficace a une valeur invariable, égale à $\frac{\lambda}{4}$.

» 5° Pour calculer la phase en M, il faudra tenir compte du chemin S_1M qui introduit un retard χ, auquel on ajoutera la correction φ_1; mais cette correction ne suffira pas, car on a vu que la phase en S_1 n'est pas déterminée et qu'elle dépend en outre de la direction considérée, c'est-à-dire de

la position de s_1; d'où la nécessité d'ajouter un autre terme complémentaire ψ_1 variable d'une façon continue avec la position de s_1 sur le réseau, tandis que φ_1 est une fonction périodiquement variable avec la situation de s_1 sur l'élément du réseau; la phase en M, par rapport à une origine fixe, S par exemple, est donnée par $\varphi_1 + \psi_1 + \chi_1$, χ_1 représentant le chemin géométrique S_1M.

» 6° Considérons un point S éclairant un réseau; les rayons se diffractent à droite et à gauche en formant des ondes paragéniques dont les centres sont en S_1 et S_2; soit un point M qui reçoit de la lumière diffractée provenant de ces deux points, la phase du premier mouvement de M est $\chi_1 + \psi_1 + \varphi_1$, la phase du second $\chi_2 + \psi_2 + \varphi_2$, la différence de phase est $(\chi_1 - \chi_2) + (\psi_1 - \psi_2) + (\varphi_1 - \varphi_2)$.

» On peut démontrer que la somme des quatre premiers termes est constamment nulle.

» D'autre part, φ_1 est une fonction périodique représentée par une courbe *analogue* à une sinusoïde [1]; φ_2 est représentée par une courbe symétrique de la première ou obtenue par le déplacement de celle-ci, si elle présente elle-même une symétrie comme l'élément du réseau; $\varphi_1 - \varphi_2$ est la différence des ordonnées de ces deux courbes et l'on reconnaît que, en général, $\varphi_1 - \varphi_2$ n'est pas nul, sauf aux points où les deux courbes se coupent, ce qui a lieu deux fois dans l'intervalle d'une période; des considérations géométriques très simples montrent que cette circonstance est réalisée sur les droites qui joignent le point S au milieu d'une partie opaque et d'une partie transparente du réseau. En ces points, φ_1 est égal à φ_2 et, comme les coefficients a_1 et a_2 qui modifient l'amplitude y sont eux-mêmes égaux, il y a en ces points concordance complète des deux mouvements vibratoires qui s'ajoutent intégralement; aux points voisins, cette concordance n'existe plus et il y a une différence de phase qui peut atteindre une fraction notable de λ; si elle approche de $\frac{\lambda}{2}$, l'interférence serait de plus en plus complète et il y aurait même destruction totale du mouvement s'il n'y avait pas de variation du facteur a_1; on aura une frange sombre qui se dédoublera en deux autres lorsque, entre deux points de

---

(1) Sans cependant que la partie supérieure soit symétrique de la partie inférieure par rapport au point intermédiaire.

concordance, le retard pourra prendre une valeur supérieure à $\frac{\lambda}{2}$. En vertu de cette théorie, on reconnaît que :

» A. Les franges brillantes sont les projections déterminées par S sur l'écran, des milieux des parties opaques et transparentes; il doit donc y en avoir deux fois plus que d'éléments projetés dans le même espace; c'est ce qui résulte des mesures faites antérieurement (*Comptes rendus*, numéro du 24 juillet 1893).

» B. En déplaçant S parallèlement au réseau, et perpendiculairement aux traits, les franges doivent se déplacer en sens inverse.

» C. En déplaçant le réseau, les franges sont entraînées dans le même sens.

» D. En opérant en lumière blanche, les franges brillantes doivent présenter des colorations provenant de ce que le point S_1 varie avec la radiation, de telle sorte que, bien qu'il y ait concordance de part et d'autre pour chacune de ces radiations, le point s_1 varie de l'une à l'autre ainsi que le facteur a_1; la couleur est représentée par Σa_1^2, a_1 étant une fonction de λ.

» E. Ces colorations doivent être de deux sortes, le point s_1 pouvant occuper deux genres de position suivant la parité du point de concordance que l'on considère; il y a donc des colorations alternées. Elles doivent être sensiblement complémentaires (*Comptes rendus*, numéro du 21 août 1893). »

OPTIQUE. — *Achromatisme et chromatisme des franges d'interférence.* Note de M. J. Macé de Lépinay.

« Je me propose d'appliquer la théorie exposée dans une précédente Communication ([1]) au cas suivant fréquemment réalisé. Les franges et les courbes de chromatisme sont parallèles. La coloration d'une frange est alors la même sur toute son étendue; si on prend comme axe des ξ une normale à la frange achromatique, φ est une fonction de ξ et de λ ou de $x = \frac{1}{\lambda}$ seulement.

([1]) *Comptes rendus*, 12 mars 1894.

» Soient $\Delta\xi_1$ la distance de deux franges, au voisinage de la frange achromatique, $\Delta\xi_2$ la distance, en cette même région, de deux courbes de chromatisme consécutives ($p = 0$ pour l'une, $p = \pm 1$ pour l'autre). Le rapport

$$n = \frac{\Delta\xi_2}{\Delta\xi_1}$$

mesure le rapport du nombre de franges discernables dans les conditions de l'expérience, au nombre de celles qui le sont dans un phénomène d'interférence normal.

» Si, en effet, on a $n > 1$, les colorations croissent n fois moins vite que dans un phénomène d'interférence normal.

» Pour calculer n, il est plus commode de prendre comme variables λ et δ, cette dernière étant définie par $\varphi = 2\pi\frac{\delta}{\lambda}$. On trouve alors

$$\frac{1}{n} = 1 - \lambda_0 \frac{\left(\frac{\partial^2\delta}{\partial\xi\,\partial\lambda}\right)_0}{\left(\frac{\partial\delta}{\partial\xi}\right)_0}$$

équation dans laquelle on doit remplacer λ par λ_0 et ξ par l'abscisse de la frange achromatique considérée. J'appliquerai cette formule à quelques cas particuliers.

» A. *Biprisme de Fresnel.* — La frange achromatique est centrale. Ona de plus

$$\frac{1}{n} = 1 - \frac{\lambda_0}{m_0 - 1}\left(\frac{dm}{d\lambda}\right)_0 = 1 + K,$$

K étant un coefficient positif : le nombre des franges visibles est un peu diminué.

» B. *Demi-lentilles de Billet.* — La frange achromatique est centrale. De plus

$$\frac{1}{n} = 1 - K\frac{f_0(\Delta + p)}{\Delta p - f_0(\Delta + p)},$$

K a la même signification que plus haut; f_0 est la distance focale moyenne; Δ et p sont les distances des demi-lentilles à l'écran et à la source. On a toujours $n > 1$. Le nombre de franges visibles peut même devenir infini si

$$(2) \qquad \Delta = \frac{(1 + K)f_0 p}{p - (1 + K)f_0} \quad (^1).$$

(1) *Journal de Physique*, 2e série, t. IX, p. 376.

» C. Dans un certain nombre de cas importants, on peut écrire

$$\delta = A(\xi - \xi_0)^\alpha + h\lambda,$$

A, α, h étant des constantes, et ξ_0 une fonction de λ seulement. L'abscisse de la frange achromatique est alors

$$\xi = \xi_0 - \lambda_0 \alpha \left(\frac{d\xi_0}{d\lambda}\right)_0.$$

On a de plus $n = \alpha$.

» Les conditions énoncées se trouvent réalisées dans les cas suivants :

» 1° Déplacement des franges des miroirs par l'interposition, sur l'un des deux faisceaux, d'une lame réfringente : $n = \alpha = 1$.

» 2° Franges des lames minces produites entre un plan de verre et une lentille cylindrique, examinées à travers un prisme de petit angle : $n = \alpha = 2$.

» 3° Arcs surnuméraires de l'arc-en-ciel, frange des caustiques : $n = \alpha = \frac{3}{2}$.

» 4° Franges de Herschel : $n = \alpha = \frac{1}{2}$.

» Le nombre de franges visibles, inaltéré dans le premier cas, est accru dans les deux suivants, diminué de moitié dans celui des franges de Herschel.

» Ce dernier résultat est le plus souvent en contradiction avec l'expérience, à moins d'employer une lame extrêmement mince. Il est donc nécessaire d'examiner, dans chaque cas, entre quelles limites l'approximation qui a servi de point de départ peut être considérée comme acceptable. Je me contenterai d'indiquer ici les résultats d'une discussion dont le détail sera donné dans le Mémoire complet.

» A et B. Dans ces deux cas, et dans plusieurs autres analogues, la frange achromatique est centrale, c'est-à-dire correspondant à $\delta = 0$. La théorie exposée, et les formules qui en sont la conséquence, leur sont toujours applicables.

» C. L'approximation faite est suffisante, tant que le numéro d'ordre de la frange achromatique reste inférieur à $p_2 = 50 \frac{\alpha}{1 + 2\alpha}$. Les valeurs limites de y, correspondant aux divers exemples cités plus haut, sont

α	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{3}{2}$	2
p_l	12,5	16,7	18,8	20,0

» Ces résultats donnent lieu à quelques remarques.

» $\alpha = 1$. Le phénomène que l'on observe est le déplacement total de la frange achromatique, dû à l'introduction de la lame, à partir de la

frange centrale initiale. Le calcul numérique montre que l'approximation est suffisante dans le cas d'une lame de crown, tant que ce déplacement correspond à un nombre de franges moindre que 282.

» $\alpha = \frac{1}{2}$. La valeur de p_l est la plus faible de celles inscrites dans le Tableau. Une autre circonstance défavorable résulte de ce que les franges étant d'autant plus resserrées qu'elles sont plus voisines de la limite de réflexion totale ($p = 0$), le numéro d'ordre de la frange achromatique est en général assez élevé. De là la divergence signalée plus haut entre l'expérience et le résultat du calcul approché.

» $\alpha = \frac{3}{2}$ et $\alpha = 2$. Les conditions sont beaucoup plus favorables que dans le cas précédent : 1° parce que p_l est plus grand; 2° parce que les franges sont d'autant plus larges que leur numéro d'ordre est plus petit.

» D'une manière générale lorsque l'approximation faite dans ce travail devient de moins en moins légitime, l'importance des phénomènes étudiés par M. Mascart (1) devient de plus en plus considérable, et le nombre de franges visibles augmente. La valeur de n calculée par la formule citée plus haut est donc toujours un minimum. »

MAGNÉTISME. — *Sur les propriétés magnétiques du fer à diverses températures* (2). Note de M. P. Curie, présentée par M. Lippmann.

« Le fer doux reste magnétique aux températures élevées. Le coefficient d'aimantation pour des températures comprises entre 755° et 1365° est indépendant de l'intensité du champ (pour des champs de 25 à 1350 unités).

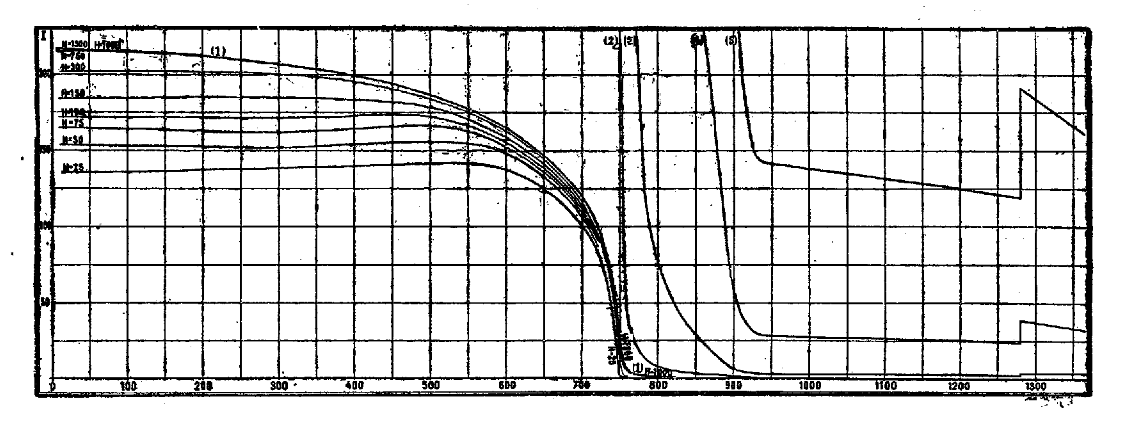
» Voici le tableau des valeurs du coefficient d'aimantation spécifique k (multiplié par 10^6), à diverses températures supérieures à 755°.

θ.	K 10^6.	θ.	K 10^6.	θ.	K 10^6.
756°	7500	820°	509	1100°	26,3
758	5800	840	348	1150	25,6
760	4680	860	238	1200	25,0
765	3270	880	138	1250	24,3
770	2420	900	61	1280	23,9
780	1480	920	33,9	1280	38,3
790	1023	940	28,4	1300	36,9
800	776	1000	27,6	1330	34,8
810	625	1050	27,0	1366	32,3

(1) *Journal de Physique*, 2e série, t. VIII, p. 445, et 3e série, t. I, p. 509; *Traité d'Optique*, passim.

(2) Voir *Comptes rendus* de la dernière séance.

» Les courbes (*fig.* 1) représentent les valeurs de l'intensité d'aimantation I, en fonction de la température θ, pour des champs magnétisants H de 25, 50, 75, 100, 150, 300, 750, 1000 et 1300 unités, de 720° à 760°. Les courbes sont tellement resserrées que l'on a seulement représenté alors celles relatives aux champs de 25, 300, 1000 et 1300 unités.



» De 760° à 1375°, les intensités d'aimantation étant proportionnelles aux champs, on a seulement représenté les courbes correspondant au champ de 1000 unités, courbes (1), (2), (3), (4), (5). La courbe (1) est à l'échelle indiquée; les courbes (2), (3), (4), (5) sont respectivement à des échelles 10, 100, 1000, 5000 fois plus grandes. Comme le champ relatif à ces courbes est égal à 1000, on peut encore dire que les courbes (1), (2), (3), (4), (5) donnent respectivement à l'échelle indiquée les valeurs de K 10^3, K 10^4, K 10^5, K 10^6, 5K 10^6 pour $H = 1000$ et même pour toute valeur de H comprise entre 25 et 1300 lorsque la température est supérieure à 760°.

» L'examen des courbes montre qu'il n'y a pas une température déterminée pour laquelle le fer se transforme. D'une manière générale, l'intensité d'aimantation baisse d'abord lentement, puis de plus en plus vite quand la température s'élève, et la chute du magnétisme atteint son maximum de vitesse vers 740° à 750°; les courbes ont alors un point d'inflexion. L'expression *température de transformation du fer*, qui est d'un usage très commode, a donc une signification un peu vague; il convient, je pense, de désigner ainsi la température moyenne des points d'inflexion des courbes.

» Aux températures supérieures à 750° et jusqu'à 1275°, l'intensité d'aimantation continue à décroître avec une vitesse de plus en plus faible. Mais, de 750° à 950°, la variation relative de l'intensité d'aimantation $\left(\frac{1}{I}\frac{dI}{d\theta}\right)$ est toujours considérable. L'intensité d'aimantation diminue de la moitié de sa valeur d'abord pour quelques degrés, puis pour 20° ou 30° d'élévation de la température.

» On est alors obligé, pour représenter le phénomène, d'employer des échelles de plus en plus grandes, et la courbe (5) est à une échelle 5000 fois plus grande que la courbe (1) ([1]).

» De 950° à 1280°, le coefficient d'aimantation est presque constant, il diminue un peu avec la température.

» Vers 1280°, le coefficient d'aimantation augmente brusquement de la moitié de sa valeur; puis de nouveau, de 1280° à 1365°, il se remet à diminuer quand la température augmente ([2]).

» Le fer doux présente une autre singularité dans le voisinage de la température de 860°. Cette singularité n'est guère apparente sur la courbe ci-jointe, mais elle devient manifeste si l'on construit la courbe de $\log I$ (ou de $\log K$) en fonction de la température θ. Le coefficient angulaire des tangentes à cette courbe donne les valeurs de $\frac{1}{I}\frac{dI}{d\theta}$, expression qui, changée de signe, est la vitesse relative de chute de l'intensité d'aimantation avec la température.

» La courbe ou $\log I$ a d'abord un premier point d'inflexion vers 750°, à une température voisine du point de transformation indiquant alors un maximum de vitesse relative de chute, puis la courbe a deux autres points d'inflexions, l'un à 840° et l'autre à 880°, qui indiquent respectivement pour ces températures un minimum et un maximum de $\frac{1}{I}\frac{dI}{d\theta}$. Ceci a été retrouvé sur les quatre échantillons étudiés à ces températures. La courbe

---

([1]) L'intensité d'aimantation pour un champ de 1000 unités est 7800 fois plus faible à la température de 1000° qu'à la température ambiante. La courbe pour $H = 1000$ reconstituée à l'échelle de la courbe (5) aurait, pour la température de 20°, une ordonnée de 21^m.

Pour un champ de 25 unités, la chute est encore plus forte et l'intensité d'aimantation à 1000° est alors 197000 fois plus faible qu'à 20°.

([2]) De 950° à 1280°, on a représenté un peu arbitrairement les phénomènes par une droite. Il se peut qu'il faille lui substituer une courbe peu accentuée. Aux températures supérieures à 1100°, les expériences deviennent très difficiles à mener à bonne fin. Lorsque l'on place le fer dans une ampoule de platine, les deux métaux se pénètrent mutuellement par cémentation. Lorsque l'on emploie une ampoule de porcelaine émaillée, le fer s'attaque peu à peu par une chauffe prolongée. A ces températures élevées l'émail du four est fondu, la porcelaine est ramollie, le moindre contact accidentel entre l'ampoule et les parois du four amène une adhérence et il faut démonter tout l'appareil. Enfin les forces que l'on évalue sont de l'ordre de grandeur des dixièmes de milligramme.

de l'intensité d'aimantation en *fonction* de la température a, d'une manière générale, une allure hyperbolique entre 760° et 1000°. Cependant, d'après ce qui précède, il y a une forte perturbation entre 850° et 890°. L'intensité d'aimantation a entre ces températures une valeur plus forte que celle qui conviendrait pour une pareille loi.

» Lorsque la température du fer diminue à partir de la température de transformation, l'intensité d'aimantation pour un champ déterminé augmente, puis tend vers une valeur constante, indépendante de la température, et d'autant plus élevée que l'intensité du champ est plus forte [1].

» Entre 20° et 720°, l'intensité d'aimantation tend vers une valeur constante quand l'intensité du champ augmente. Ceci porte à imaginer qu'il existe une certaine courbe limite $I' = f(\theta)$ vers laquelle tendraient les courbes actuelles $I = f(\theta)$, si l'on utilisait des champs magnétisants d'une intensité considérable. Cette courbe serait peu différente de la courbe correspondant à un champ de 1300 unités, lorsque les températures sont comprises entre 20° et 730°; mais, à partir de 750°, elle s'en détacherait fortement. La courbe limite aurait nécessairement un point d'inflexion entre 730° et 800°. Pour une intensité de champ supérieure à 300, une courbe quelconque $I = f(\theta)$ se confondrait presque avec la courbe limite sur une portion de son tracé, d'autant plus long que le champ serait plus fort. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une méthode électrochimique d'observation des courants alternatifs* [2]. Note de M. **P. Janet**, présentée par M. Mascart.

« Les mesures des courants alternatifs présentent deux éléments qui leur sont propres, et dont on ne rencontre pas l'analogue dans le cas des courants continus : ce sont les fréquences et les différences de phases. On n'a pas, jusqu'ici attaché grande importance à la mesure des fréquences, parce que celles-ci se déduisent immédiatement de la vitesse et du nombre de pôles des alternateurs employés.

---

(1) Pour les champs peu intenses, l'intensité d'aimantation passe par un maximum à une température un peu inférieure à celle de transformation, puis décroît constamment, en même temps que la température. Ce dernier effet est très important dans les expériences de M. Hopkinson; il est dû, en grande partie, à une action indirecte provenant de ce que les phénomènes d'hystérésis magnétique diminuent quand la température augmente.

(2) Laboratoire d'Électricité industrielle de la Faculté des Sciences de Grenoble.

» Il est néanmoins des cas, par exemple celui où un laboratoire reçoit un courant alternatif fourni par une station centrale éloignée, où il est bon de pouvoir les mesurer directement.

» Quant aux différences de phases, dont la mesure est si importante dans une multitude de questions concernant le courant alternatif, les méthodes proposées jusqu'ici ont toutes l'inconvénient d'être des méthodes détournées, compliquées, et surtout de nécessiter l'introduction, dans le circuit, d'instruments dont la self-induction peut fausser le résultat des mesures. Il y a donc un grand intérêt à instituer une méthode simple, suffisamment exacte pour les cas ordinaires, et ne donnant lieu à aucune de ces objections.

» La méthode graphique permet d'atteindre ce résultat avec une simplicité remarquable. Disposons sur un cylindre enregistreur métallique une feuille de papier imbibée de la solution de ferrocyanure de potassium et d'azotate d'ammoniaque utilisée dans le télégraphe électrochimique de Bain, et, sur ce papier, un style en fer ou en acier. Faisons communiquer le cylindre d'une part, la pointe en fer de l'autre, avec les deux points entre lesquels nous voulons étudier la force électromotrice périodique : le circuit dérivé ainsi formé (dont on peut au besoin accroître la résistance) ne présentant pas de self-induction, l'intensité du courant qui le traverse ne présentera pas de décalage sur la force électromotrice qui le produit (¹). Si, dans ces conditions, on fait tourner rapidement le cylindre, on obtient une trace discontinue de bleu de Prusse dont les maxima, parfaitement nets, correspondent aux maxima de la force électromotrice périodique que l'on étudie. On voit immédiatement que cette méthode se prête avec une extrême facilité à l'étude d'une foule de questions concernant les courants périodiques : pour avoir la fréquence, il suffit d'inscrire simultanément la force électromotrice périodique et la seconde ou les fractions de seconde. Pour avoir la différence de phase entre deux forces électromotrices de même période, il suffit de les inscrire l'une à côté de l'autre et de déterminer la position relative des maxima de l'une des traces par rapport aux maxima de l'autre. La méthode se prêtera ainsi sans difficulté à étudier les différences de phase entre le courant primaire et le courant secondaire, la force électromotrice primaire et la force électromotrice secondaire dans

(¹) En supposant même que la capacité de polarisation introduisît une différence de phase, cette différence serait une quantité constante qui n'aurait pas d'influence sur les mesures.

un transformateur, à étudier les conditions d'accouplement de deux alternateurs, etc. Je n'insiste pas sur toutes les applications possibles de cette méthode, qui me semble devoir rendre de véritables services dans une foule de questions d'électrotechnique.

» J'indiquerai simplement quelques applications que j'en ai faites. Le courant alternatif employé était le courant fourni sous une tension de 110 volts par la station centrale de la Société grenobloise d'éclairage électrique au laboratoire d'Électricité de la Faculté des Sciences ([1]).

» 1° Soient trois points A, B, C pris sur le circuit et séparés par des résistances non inductives : mettons le point B en communication avec le cylindre enregistreur; les points A et C en communication avec les styles. J'ai réalisé l'expérience en mettant en série un certain nombre de lampes de 20 volts. Deux de ces lampes ont constitué les résistances AB, BC. Dans ces conditions, on obtient sur le cylindre deux lignes discontinues, les maxima de l'une séparant exactement en deux parties égales les intervalles formés par les maxima de l'autre.

» 2° A l'une des deux lampes ci-dessus, j'ai substitué une résistance inductive (bobine primaire d'un petit transformateur à circuit magnétique fermé, dont le secondaire était ouvert). La différence de phase a immédiatement changé, et les maxima de la ligne discontinue correspondant à la bobine séparent maintenant en deux parties nettement inégales les intervalles des maxima de la ligne correspondant à la lampe. On pourrait sans difficulté en déduire une valeur très suffisamment approchée de la différence de phase entre les deux forces électromotrices étudiées.

» Ces deux exemples montrent avec quelle facilité la méthode s'applique. Je me propose de poursuivre ces études. »

ÉLECTRICITÉ. — *Problème général des transformateurs à circuit magnétique fermé.* Note de M. **Désiré Korda**, présentée par M. Lippmann.

« Étant donné un transformateur à noyau fermé d'une substance dont on connaît la courbe d'aimantation, il s'agit de déterminer par une méthode de calcul les courbes périodiques des courants primaire i_1 et secondaire i_2 produits par une force électromotrice alternative $E = f(t)$ appliquée aux bornes du primaire.

([1]) Ce courant provient d'alternateurs Zipernowski à 2000 volts et est abaissé à 110 volts par des transformateurs.

» Soient l la longueur moyenne du circuit magnétique et s sa section, R la résistance ohmique et n_1 le nombre des spires du primaire et r et n_2 ceux du secondaire. On a pour la force magnétisante à chaque instant

$$\text{(1)} \qquad H = \frac{4\pi}{l}(n_1 i_1 + n_2 i_2),$$

et, si l'induction spécifique qui en résulte dans le noyau est B, on a, pour les deux circuits en présence, en admettant que les deux enroulements soient bien entremêlés de telle sorte que la dispersion est négligeable [1],

$$\text{(2)} \qquad E = R i_1 + n_1 s \frac{dB}{dt}, \qquad 0 = r i_2 + n_2 s \frac{dB}{dt}.$$

» On en tire immédiatement une première équation entre i_1 et i_2,

$$\text{(3)} \qquad n_2 R i_1 - n_1 r i_2 = n_2 E = n_2 f(t).$$

» Nous allons en chercher une deuxième en construisant la courbe des ampères-tours résultants,

$$\text{(4)} \qquad n_1 i_1 + n_2, i_3 = \varphi(t).$$

» Ces deux relations nous fourniront alors tous les points des courbes $i_1(t)$ et $i_2(t)$. Les courbes de la puissance absorbée et de celle qui est disponible à chaque instant, les pertes totales, les pertes dans le cuivre, ainsi que dans le fer, pourront en être déduites immédiatement.

» A l'instant de B_{max}, on a $\frac{dB}{dt} = 0$, donc suivant (2),

$$\text{(5)} \qquad n_2 i_2 = 0, \qquad n_1 \frac{E}{R} = n_1 i_1 \qquad \text{et} \qquad n_1 \frac{E}{R} = n_1 i_1 + n_2 i_2,$$

c'est-à-dire nous disposons d'un point particulier, où les trois courbes $n_1 \frac{E}{R}$, $n_1 i_1$ et $n_1 i_1 + n_2 i_2$ se rencontrent. De plus, en additionnant (2) et en remarquant que suivant (1) $\frac{dH}{d(n_1 i_1 + n_2 i_2)} = \frac{4\pi}{l}$, on peut écrire

$$\text{(6)} \qquad n_1 \frac{E}{R} - (n_1 i_1 + n_2 i_2) = \frac{4\pi}{l}\left(\frac{n_1^2}{R} + \frac{n_2^2}{r}\right) \frac{dB}{dH} \frac{d(n_1 i_1 + n_2 i_2)}{dt}.$$

---

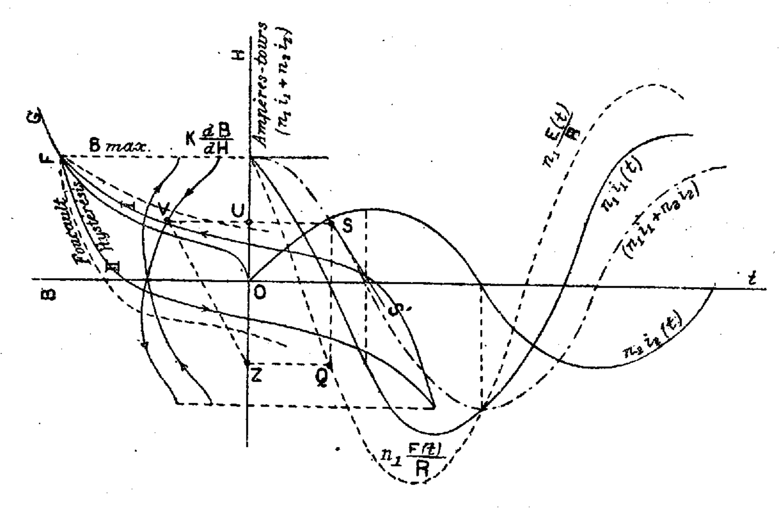
[1] Voir les méthodes approximatives basées sur des courbes sinusoïdales de G. KAPP (*Electrician*, 1887, p. 568) et de J. HOPKINSON (*Proceedings of Royal Society*, février 1887).

$\frac{dB}{dH}$ est en général différent de zéro, il faut donc qu'à l'instant considéré

$$(7) \qquad \frac{d(n_1 i_1 + n_2 i_2)}{dt} = 0;$$

c'est-à-dire c'est un point maximum ou minimum de la courbe $n_1 i_1 + n_2 i_2$.

» Supposons tout d'abord qu'on ait évalué par une méthode quel-



conque B_{max}, alors on est à même de tracer la courbe fermée de deux branches qui relie B et H et l'on peut intégrer l'équation (6) en se servant d'une méthode graphique (¹). A cet effet écrivons (6),

$$(8) \qquad \frac{n_1 \frac{E}{R} - (n_1 i_1 + n_2 i_2)}{\frac{4\pi}{l}\left(\frac{n_1^2}{R} + \frac{n_2^2}{r}\right)\frac{dB}{dH}} = \frac{d(n_1 i_1 + n_2 i_2)}{dt},$$

et, pour tenir compte en même temps des courants de Foucault, modifions les ordonnées B en les mettant d'accord avec la loi de Steinmetz (²). En effet, ces courants, comme autant de secondaires, modifient la valeur de H, et, par suite, celle de B. Notre courbe pointillée représente les B ainsi rectifiés.

» Mesurons pour chaque H les tangentes $\frac{dB}{dH}$ et portons-les, après multiplication

(¹) Voir pour bobines simples SUMPNER, *Philosophical Mag.*, 1887, p. 470.

(²) *Journal of the American Inst. Electr. Eng.*, 1892 janv. 19 et FLEMING, *Alt. Curt. Transf.*, t. II, p. 461.

par $K = \frac{4\pi}{l}\left(\frac{n_1^2}{R} + \frac{n_2^2}{r}\right)$, comme ordonnées. Nous obtenons ainsi une courbe à deux branches $K\frac{dB}{dt}$ représentant le dénominateur gauche de (8) en fonction des ampères-tours résultants $n_1 i_1 + n_2 i_2$, en ayant soin de réduire l'échelle des abscisses par $\frac{4\pi}{l}$, conformément à (1). Si nous traçons à cette même échelle la courbe donnée $n_1\frac{E}{R} = \frac{n_1}{R}f(t)$, l'ordonnée connue $\overline{OP}$ fixera la position de cette courbe. D'un autre côté, admettons qu'on connaisse un point S de la courbe cherchée $n_1 i_1 + n_2 i_2$, alors on peut la tracer tout entière par ses tangentes. En effet, comme on voit par (8), la projection V de S sur la courbe $K\frac{dB}{dH}$ et sa projection Q sur $n_1\frac{E}{R}$, projetée de son côté sur l'axe OZ, fournit une direction VZ qui est parallèle à la tangente au point S. Un tel point de départ donné est P qui, ainsi que nous venons de le voir, est un point maximum ou minimum de $n_1 i_1 + n_2 i_2$. Sa tangente sera donc parallèle à l'axe des t.

» En général, on ne connaît pas d'avance la valeur $B_{max} = \overline{PF}$. Dans ce cas, pour avoir $\overline{OP}$, on a recours à la formule tirée de (2) et (5),

$$\left(\frac{n_1^2}{R} + \frac{n_2^2}{r}\right)sB_{max} = \int_{E=0}^{n_1\frac{E}{R}=\overline{OP}} \frac{n_1}{R}E\,dt - \int_{E=0}^{n_1\frac{E}{R}=\overline{OP}} (n_1 i_1 + n_2 i_2)\,dt.$$

» En même temps en différentiant (6) et si nous voulons débuter par un maximum et non par un minimum de $(n_1 i_1 + n_2 i_2)$, on a, en tenant compte de (7),

$$\frac{n_1}{R}\left(\frac{dE}{dt}\right)_{B_{max}} = \left(\frac{n_1^2}{R} + \frac{n_2^2}{r}\right)\left(\frac{dB}{dH}\right)_{B_{max}}\left(\frac{d^2(n_1 i_1 + n_2 i_2)}{dt^2}\right)_{B_{max}} < 0,$$

ce qui veut dire que le point P se trouve sur la partie en pente de la courbe $n_1\frac{E}{R}$. On procède donc de la façon suivante : on commence par tracer d'avance la partie initiale OG de la courbe d'aimantation qui est le lieu géométrique des points de rebroussement pour tous les cycles des courbes d'hystérésis, on choisit ensuite un point P sur la partie positive en pente de la courbe $n_1\frac{E}{R}$ de telle manière qu'on ait

$$\overline{PF} = \frac{Rr}{n_1^2 r + n_2^2 R}\int_{E=0}^{n_1\frac{E}{R}=\overline{OP}} \frac{n_1}{R}E\,dt - \varepsilon,$$

ε étant une quantité positive et F étant la projection de P sur la courbe OG. Si la puissance W du transformateur est connue, il est facile d'établir

une limite supérieure pour ε, la valeur moyenne de E étant donnée par la courbe E. On a en effet $\varepsilon < \frac{n_1 R r}{n_1^2 r + n_2^2 R} \frac{W}{E_{moy}}$.

» Pour être exact il aurait fallu prendre

$$(9) \qquad \varepsilon = \frac{Rr}{n_1^2 r + n_2^2 R} \int_{E=0}^{n_1 \frac{E}{R} = \overline{OP}} (n_1 i_1 + n_2 i_2)\, dt,$$

ce que la courbe $n_1 i_1 + n_2 i_2$, une fois tracée, permet de contrôler.

» Du reste, notre méthode permet d'atteindre très vite la vraie valeur de B_{max} d'autant plus qu'on dispose encore comme contrôle de la durée de période de E qui doit se retrouver pour la courbe de $(n_1 i_1 + n_2 i_2)$ et d'un autre côté il faut qu'on ait (3) aux points zéro de E,

$$\frac{n_1 i_1}{n_2 i_2} = \frac{n_1^2 r}{n_2^2 R} \qquad \text{ou bien} \qquad n_1 i_1 + n_2 i_2 = \left(1 + \frac{n_1^2 r}{n_2^2 R}\right) n_2 i_2. \text{ »}$$

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la transformation allotropique du fer.* Note de M. **Georges Charpy**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 11 décembre 1893, j'ai décrit des expériences qui m'ont conduit à conclure que l'existence d'un palier rectiligne dans les courbes de traction du fer et de l'acier recuits caractérise une transformation allotropique du métal.

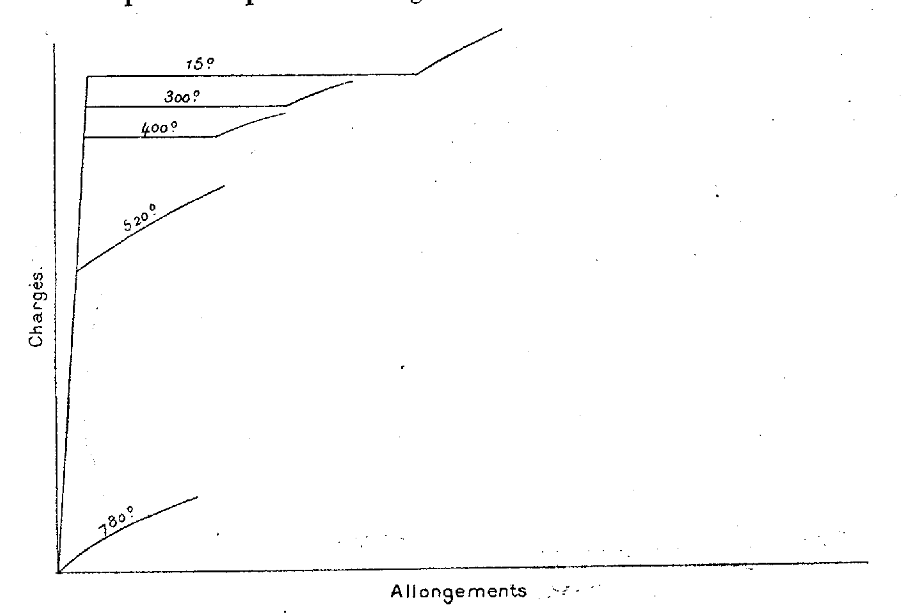
» Ce résultat pouvant présenter une certaine importance, j'ai effectué quelques expériences en vue de le contrôler.

» 1° *Essais à différentes températures.* — Un certain nombre de barreaux d'acier ont été essayés à la traction en même temps qu'ils étaient chauffés, au moyen d'un four Mermet, à une température indiquée par un pyromètre Le Chatelier; un enregistreur spécial traçait la courbe représentant l'allongement du barreau en fonction de la charge. Voici les résultats ainsi obtenus :

Température du barreau.	Charge sous laquelle se produit le palier rectiligne (par millimètre carré).	Charge de rupture.	Longueur du palier.
15°	39,4 k	59,000 k	4,5 cm
300	36,7	73,500	2,5
400	34,7	70,200	1,7
520	»	50,100	»
780	»	10,000	»

» On voit que, si la charge de rupture augmente d'abord notablement avec la température pour diminuer ensuite, la charge sous laquelle se produit le palier, que l'on prend généralement comme limite élastique, diminue d'une façon continue; le palier rectiligne disparaît à partir d'une certaine température.

» La portion des courbes de traction qui correspond au début de l'essai présente l'aspect indiqué dans la figure ci-dessous.



» Il n'y a pas besoin de faire ressortir l'analogie que présente ce graphique avec ceux obtenus dans l'étude des changements d'état à différentes températures, notamment avec celui qui représente la liquéfaction de l'acide carbonique d'après les expériences d'Andrews.

» 2° *Essais à la flexion et à la compression.* — Dans les aciers qui avaient servi à faire les expériences de traction on a découpé des barreaux prismatiques destinés à des essais de flexion et des cylindres destinés à des essais de compression. Ces éprouvettes ont été soumises à l'essai au moyen de la balance Joëssel; dans chaque cas un enregistreur donnait la courbe représentant, en fonction de la charge, soit la flèche prise par le barreau de flexion, soit l'écrasement subi par le cylindre de compression.

» On a encore observé que ces courbes présentent une portion rectiligne si l'acier est recuit et que cette portion rectiligne disparaît si l'acier a été préalablement écroui ou trempé.

» Pour apprécier plus nettement l'influence de l'écrouissage, on a procédé de la façon suivante : Dans un gros barreau d'acier soumis à une traction suffisante pour produire un allongement supérieur à celui qui correspond à la formation du palier, on a découpé dans le sens de l'allongement et dans le sens perpendiculaire des cylindres de compression et des petits barreaux de traction.

» Aucune de ces éprouvettes, essayée directement, n'a donné de palier rectiligne, tandis qu'on a observé ce palier après un recuit de 800°.

» 3° *Essais de traction sous différentes vitesses.* — L'aspect de la courbe de traction reste absolument le même quand on fait varier la durée de l'essai depuis une minute jusqu'à dix minutes. On constate seulement que la charge correspondant à la formation du palier augmente légèrement en même temps que la vitesse. Cela correspond au retard à la transformation que l'on observe dans la plupart des changements d'état. »

ZOOLOGIE. — *Évolution des êtres organisés. Sur certains cas de dédoublement des courbes de Galton dus au parasitisme et sur le dimorphisme d'origine parasitaire.* Note de M. **Alfred Giard.**

« La méthode statistique et graphique imaginée par Quételet pour l'étude des variations des caractères anthropologiques susceptibles d'une estimation arithmétique a été, comme on sait, perfectionnée et généralisée par F. Galton (1). . . . .

» Mais le calcul ne peut que rendre sous une forme différente, souvent plus saisissante, ce qu'on lui a confié, et la statistique ne dispense pas de l'étude analytique des faits enregistrés. C'est ainsi que toute considération arithmétique ou statistique est impuissante à expliquer une particularité singulière déjà signalée par plusieurs auteurs. En appliquant la méthode des courbes de déviation à divers organes variables (longueur des pinces des Forficules mâles, longueur des cornes céphaliques du scarabée *Xylotrupes gideon,* largeur frontale de la carapace de *Carcinus mœnas*), Bateson et Weldon ont trouvé que les individus ne peuvent pas toujours se grouper en un ensemble unique, mais que parfois ils se groupent en deux ensembles distribués de part et d'autre de deux moyennes différentes, de telle sorte qu'il n'y a

(1) Francis Galton, *Natural inheritance*. London, Mac-Millan and C°, p. 37 et suiv.; 1889.

pas une courbe unique, mais deux courbes d'erreur ayant chacune leur ordonnée maxima. A peu près comme si dans une communauté humaine les géants et les nains constituaient deux masses prédominantes, les individus de taille moyenne étant les moins nombreux. Il est évident qu'un pareil état de choses indique l'existence de deux positions distinctes d'équilibre biologique, et l'on peut se demander si le dimorphisme ainsi révélé ne permet pas de comprendre la formation de deux espèces par disjonction d'une espèce primitive, cette disjonction s'opérant d'une façon continue ou discontinue, selon la manière dont se comportent les deux formes dimorphes au point de vue de l'hérédité. Il resterait évidemment à préciser les conditions éthologiques qui déterminent ces deux états d'équilibre différents, et je doute que la statistique suffise à cette besogne. Mais en laissant ouverte cette question, je crois que certains cas de dédoublement des courbes d'erreur peuvent recevoir une interprétation immédiate. Si, par exemple, on applique la méthode de Galton aux variations de largeur de la queue des *Carcinus mœnas* mâles dans une localité où le parasite *Sacculina carcini* est abondant, on obtient une courbe à deux sommets, et, comme dans ce cas, le parasite est externe, on voit facilement que le second maximum (le plus petit), correspondant à une largeur plus grande de l'appendice, est en rapport avec la présence de la Sacculine. Il y a donc en réalité deux courbes de distribution, l'une s'appliquant aux mâles normaux, l'autre aux mâles parasités, et indiquant chacune un état d'équilibre biologique spécial.

» On peut se demander si un parasite interne n'agirait pas d'une manière analogue et si *Portunion mœnadis*, par exemple, ne déterminerait pas le premier maximum observé par Weldon, dans la courbe de distribution de la largeur frontale des *Carcinus mœnas* de Naples. J'ai examiné à ce point de vue les carapaces de cinq *Carcinus mœnas* de Wimereux, infestés par *Portunion*. Chez ces cinq individus la largeur frontale exprimée en millièmes de la longueur de la carapace donne des nombres très voisins de 630,62 correspondant à la première moyenne de Weldon. Le spécimen qui s'en écarte le plus est une femelle chez laquelle la distance des deux premières dents antéro-latérales est de 19^{mm} et la longueur de la carapace de 30^{mm}; ce qui donne pour la largeur frontale 633,33. Les Entonisciens parasites de ces crabes étaient adultes et avaient exercé leur action maxima. Il convient d'ajouter que la *fonction de Galton* a la même valeur pour les crabes normaux de Wimereux que pour ceux de Naples et de Plymouth. Il est clair que nos observations sont encore trop peu nombreuses pour

autoriser une conclusion ferme. Elles contiennent cependant une indication et font présumer que le parasite a déterminé un nouvel état d'équilibre biologique avec conservation du caractère *pædomorphique* de l'étroitesse du bord frontal.

» J'ai tout lieu de croire qu'une interprétation du même genre peut s'appliquer aux courbes dédoublées signalées par W. Bateson pour la distribution des longueurs des pinces des Forficules mâles ([1]). Il est possible, en effet, d'après la longueur de la pince, de prévoir qu'une Forficule mâle possède des Grégarines et qu'elle en possède une plus ou moins grande quantité. Comme ces parasites produisent un amoindrissement du caractère sexuel secondaire de la longueur des pinces, sans déterminer la stérilité absolue (la castration complète étant exceptionnelle), il arrive fréquemment, et c'est le cas sur les falaises de Wimereux comme aux îles de Farne, que les individus à pinces courtes, c'est-à-dire ceux qui ont des parasites, sont plus nombreux que ceux à pinces longues. Ces deux catégories forment deux ensembles ayant chacun leur état d'équilibre particulier et possédant chacun une courbe de distribution spéciale.

» Je n'ai pas étudié le cas de *Xylotrupes gideon*, et, comme il s'agit d'un insecte de l'archipel Indien que nous n'avons qu'à l'état sec dans nos collections, il est assez malaisé de savoir s'il possède fréquemment des parasites. Cela paraît cependant bien probable, en raison de ce que nous savons de l'*Oryctes nasicornis* et de la plupart de nos Scarabéides indigènes. Bien que ces insectes soient à métamorphose complète et que les Grégarines soient surtout abondantes chez les larves, l'action de ces parasites peut se continuer pendant toute la période de la nymphose, grâce aux kystes cœlomiques dont L. Léger nous a révélé l'existence.

» D'ailleurs, tout en insistant sur l'importance de l'action des parasites dans la production de certains états dimorphiques, je n'entends nullement affirmer que tout dimorphisme soit le résultat d'une action parasitaire, et il me paraît très probable que d'autres facteurs éthologiques déterminent des états multiples d'équilibre biologique dont la ségrégation et la sélection peuvent s'emparer pour constituer de nouvelles espèces. Mais j'ai tenu à montrer que la statistique seule est impuissante à résoudre le problème sans un examen minutieux et détaillé de chaque cas particulier.

» Dans les cas de dimorphisme parasitaire, la forme correspondant aux

---

(1) W. Bateson, *On some case of variation in secondary sexual characters statically examined* (*Proc. Zool. Soc. Lond.*, p. 585; 1892).

individus infestés est généralement pædomorphique par rapport à la forme normale. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'appareil venimeux des Hyménoptères*. Note de M. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les glandes des organes venimeux des Hyménoptères, si développées, si compliquées, si variables dans leurs formes, ne sont encore connues que chez l'Abeille. Dufour, Leuckart, Leydig, Carlet les ont décrites successivement chez cet Insecte. Ce dernier zoologiste a reconnu, en se basant sur des expériences physiologiques, l'existence de deux glandes : la *glande acide* et la *glande alcaline*. La glande alcaline pourrait être désignée sous le nom de *glande de Dufour*, en mémoire du premier entomologiste qui l'a décrite et figurée, et dont la seule erreur est de l'avoir considérée comme une annexe de l'appareil génital femelle. Carlet nie son existence chez les Hyménoptères à aiguillon lisse, les *Philanthus*, etc.

» Nous avons repris cette étude et retrouvé ces deux glandes dans une *centaine* d'espèces appartenant à une *cinquantaine* de genres pris, non seulement parmi les *Aculeata*, mais encore les *Ichneumonidæ*, les *Tenthredinæ*, etc. Ce qui nous a permis de conclure à l'existence de ces organes chez tous les Hyménoptères.

» La *glande acide* est composée de trois parties : la portion glandulaire, le réservoir à venin et le canal excréteur.

» La *portion glandulaire* a, dans certaines espèces, la forme d'un tube long, cylindrique et sinueux, d'abord simple, mais toujours bifide à son extrémité. La ramification peut se faire en des points variables, tantôt vers l'extrémité supérieure, tantôt, au contraire, dans le voisinage de la vésicule à venin. Ces canaux sont généralement simples, et leurs portions terminales enchevêtrées forment deux pelotons ovoïdes, entourés de tissu adipeux, placés sur les côtés des derniers segments abdominaux, de part et d'autre du rectum.

» Dans beaucoup de genres, comme les *Crabro*, les *Philanthus*, etc., la glande acide est formée par une paire de tubes comprenant une partie cylindrique simple, postérieure et une partie ramifiée, antérieure. Les ramuscules issus du tronc principal sont courts, sinueux et parfois renflés de distance en distance. Chez certains *Cryptus* la glande est formée par une touffe de *huit* à *dix* tubes longs, cylindriques et flexueux.

» Dans quelques *Tenthredinidœ* (Emphytus), la glande, d'abord simple et tubuleuse, se termine ensuite, à son extrémité, par un faisceau de tubes blancs, courts, cylindriques et recourbés.

» Ces glandes sont constituées par une membrane enveloppante externe, sur laquelle repose un épithélium glandulaire, formé par de longues cellules cylindriques, à protoplasme granuleux et à noyau central sphérique ou ovoïde, pourvu de nucléoles. Cette couche cellulaire limite un canal médian sinueux.

» La *vésicule* ou *réservoir à venin* présente une forme et une structure variables suivant les espèces. Elle est tantôt ovoïde ou cylindrique et tantôt sphérique. Ses parois sont quelquefois minces et transparentes, mais, dans la majorité des cas, elles sont recouvertes par une épaisse couche musculaire, à faisceaux dirigés obliquement, pouvant se diviser en quatre valves.

» Le *canal excréteur* est généralement court, mais, dans quelques espèces, les *Pompilus*, par exemple, il se présente sous la forme d'un tube long, jaunâtre et flexueux, pourvu d'épaississements chitineux, spiralés, internes, et s'ouvrant dans une petite échancrure située à la base du gorgeret.

» La *glande alcaline*, ou *gl. de Dufour*, existe, comme la précédente, dans *tous* les Hyménoptères, chez les *Térébrants*, comme chez les *Vulnérants*, et a la forme d'un tube irrégulier, à surface striée transversalement et à extrémité antérieure amincie ou sphérique. Aucun renflement n'indique la présence d'un réservoir, et la partie terminale et amincie peut être considérée comme l'homologue d'un canal excréteur, dont l'orifice est voisin de celui de la glande acide. Ces glandes sont très développées au printemps. C'est ainsi que chez les *Andrena*, les *Halictus*, etc., elles forment un tube boursouflé, long de 10^{mm} à 12^{mm} et disposé en arc sur l'intestin moyen.

» Nous avons constaté, de même, dans la plupart des Hyménoptères : *Ichneumon, Cryptus, Crabro, Philanthus*, etc., l'existence d'une troisième glande impaire, granuleuse, rectangulaire, ou lancéolée et dont le canal excréteur, court et filiforme, débouche à côté de l'orifice de la glande alcaline. Cette glande se trouve à la base du gorgeret, entre les deux gros faisceaux musculaires qui unissent l'aiguillon au dernier segment abdominal. »

ZOOLOGIE. — *Le rejet de sang comme moyen de défense chez quelques Coléoptères.* Note de M. L. **Cuénot**, présentée par M. Blanchard.

« Les Coléoptères, outre leur cuirasse chitineuse parfois si épaisse, possèdent très souvent des défenses chimiques, liquides nauséabonds ou caustiques sécrétés par les glandes anales, les glandes salivaires ou des glandes tégumentaires, qu'ils rejettent à la moindre alerte (Carabes, Brachinus, Cétoine, Paussus, etc.). Mais ces liquides défensifs ne sont pas toujours des sécrétions glandulaires; en effet, quelque étonnant que le fait puisse paraître, j'ai constaté, chez un certain nombre de Coléoptères qui font l'objet de cette Note, que c'est le sang même de l'animal, chargé de produits nocifs, qui sort du corps par des déchirures des téguments et les protège contre les attaques des carnassiers. J'ai étudié les espèces suivantes : parmi les Chrysoméliens, *Timarcha tenebricosa* Fabr. et *coriaria* Fabr., *Adimonia tanaceti* Fabr.; parmi les Coccinelliens, *Coccinella septempunctata* L. et *bipunctata* L.; parmi les Vésicants, *Meloe proscarabeus* L., *majalis* L. et *autumnalis* Oliv.

» Lorsqu'on touche une Timarche, Adimonia, Coccinelle, Meloe, on sait depuis longtemps que ces animaux *font le mort;* ils replient sous le ventre les antennes et les pattes, se laissent tomber à terre et gardent, pendant plus ou moins longtemps, une immobilité parfaite destinée à dérouter les ennemis qui ne se nourrissent que de proies mobiles (Lézards, Batraciens, etc.). Ce phénomène leur est d'ailleurs commun avec un grand nombre de Coléoptères, d'Hémiptères, de Fourmis et Tenthrédiens, etc.; c'est un moyen de défense très répandu. Au moment où l'animal roule sur le sol, on voit sortir par la bouche (*Timarcha*, *Adimonia*), ou par les articulations fémoro-tibiales des pattes (*Coccinella*, Vésicants), de grosses gouttes d'un liquide un peu visqueux, coloré en jaune ou en rouge ; ce fait a été remarqué par tous les entomologistes, mais ce qui est beaucoup moins connu, c'est la nature et le rôle de ce liquide.

» Leydig (1859), qui l'a étudié chez *Coccinella punctata, Timarcha coriaria* et *Meloe proscarabeus,* pense que ce suc coloré n'est pas un produit de sécrétion, mais bien du sang, venu directement de l'intérieur du corps; cette assertion n'a pas rencontré grande créance; et tous les auteurs, notamment Magretti (1881) et Beauregard (1890) pour *Meloe;* de Bono (1889) pour *Timarcha,* ont admis au contraire que ce liquide était sécrété par de

petites glandes hypodermiques situées soit dans les pattes, soit dans le corps ([1]).

» L'opinion de Leydig était cependant exacte, et ce liquide est bien du sang, absolument identique au sang contenu dans le reste du corps; on n'a qu'à recueillir une goutte rejetée spontanément, à l'examiner à un fort grossissement, pour y voir de nombreux amibocytes, très normaux, émettant de courts pseudopodes. Enfin, le sang extrait par section d'une élytre ou d'une antenne, ou par piqûre de l'abdomen, est parfaitement identique comme composition et couleur au liquide exsudé naturellement par les pattes ou la bouche. Il ne peut donc y avoir aucun doute à cet égard : les Coléoptères en question ont la propriété de rejeter au dehors leur propre sang.

» Diverses expériences, qu'il serait trop long de rapporter ici, m'ont prouvé qu'il n'y avait pas d'orifice préformé pour la sortie du sang; au moment où l'insecte fait le mort, la cuticule se fendille probablement en des points de moindre résistance sous la pression du liquide sanguin, de façon à en laisser passer une goutte, puis se referme presque aussitôt par formation d'un caillot de fibrine ou autrement. Ce qui le prouve bien, c'est que chez des insectes recueillis en même temps, le rejet de sang ne se produit pas infailliblement chez tous; le liquide, au lieu de prendre la voie habituelle, peut s'échapper par d'autres points : ainsi, chez les Timarches que j'ai étudiées, le sang sort toujours par la bouche, alors que Leydig dit expressément pour *T. coriaria*, qu'il s'échappe seulement par les articulations des pattes.

» Quant à la signification de ce rejet de sang, il est bien certain que c'est un moyen de défense chimique très efficace, comme l'admettent d'ailleurs la plupart des auteurs; il est facile de le prouver expérimentalement :

» J'ai mis dans un même récipient des *Adimonia tanaceti* et des Lézards gris et verts très actifs; un des Lézards a attaqué une *Adimonia* en la prenant franchement dans la gueule, mais celle-ci a rejeté aussitôt une grosse goutte de sang jaune par la région buccale. Le Lézard a immédiatement

---

([1]) Leydig, *Zur Anatomie der Insecten* (*Archiv für Anat.*, 1859, p. 33). — Magretti, *Del prodotto di secrezione particolare in alcuni Meloidi* (*Boll. Scient.*, n° 1, 1881). — De Bono, *Sull'umore segregrato dalla Timarcha pimelioides* (*Il natural. Siciliano*, 1889, p. 24). — Beauregard, *Les Insectes vésicants*, Paris, 1890. — Cuénot, *Le sang des Meloe et le rôle de la cantharidine dans la biologie des Insectes vésicants* (*Bull. Soc. Zool.*, t. XV, 1890, p. 126).

lâché prise et s'est frotté la gueule contre la terre afin de se débarrasser du liquide dont elle était enduite depuis il n'a plus attaqué les *Adimonia*. Par contre, lorsque celles-ci ne rejettent aucun liquide, ce qui arrive chez quelques individus mal doués, elles sont parfaitement mangées par les Lézards et les Batraciens. Beauregard a fait avant moi une observation presque identique à l'égard de *Meloe proscarabeus* et des Lézards verts; enfin rien n'est plus facile que de la renouveler avec les Coccinelles qui sont toujours rejetées par les Lézards et Batraciens (*Bombinator*) qui les avalent par inadvertance. Les Insectes carnassiers, tels que les Carabes, quelque affamés qu'ils soient, n'attaquent jamais les Coccinelles, Timarches ou Meloés.

» Les principes qui donnent au sang ses propriétés défensives varient sans doute avec les espèces : le sang des Coccinelles a une odeur assez forte, très désagréable, qui est d'ailleurs celle de l'animal entier; celui des Timarches est inodore, mais a un goût astringent très persistant; d'après les recherches de de Bono sur *T. primelioides*, il renfermerait un produit vénéneux capable d'empoisonner les Mouches en quelques minutes, et de tuer rapidement par arrêt du cœur les Cobayes, Chiens et Grenouilles; enfin, chez les Vésicants, il est bien connu (Leydig, Bretonneau, Beauregard) que le sang renferme une grande quantité de cantharidine dont les propriétés vésicantes font un produit éminemment défensif.

» Ce singulier moyen de défense n'est connu jusqu'ici que dans trois groupes de Coléoptères : parmi les Chrysoméliens, chez de nombreuses espèces des genres *Timarcha*, *Adimonia* et probablement les *Megalopus* Fabr. de l'Amérique équatoriale; parmi les Coccinelliens, chez la plupart des *Coccinella;* enfin, parmi les Vésicants, chez les *Cantharis, Lytta, Meloe, Mylabris, Cerocoma*, etc. Il est probable qu'on le retrouvera encore chez d'autres Insectes ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur les bourgeons musculaires des nageoires paires du* Cyclopterus lumpus ([2]). Note de M. **Frédéric Guitel**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Depuis la Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 9 février 1891, j'ai pu étudier des œufs de *Cyclopterus* plus jeunes que ceux

---

([1]) Travail du laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Nancy.

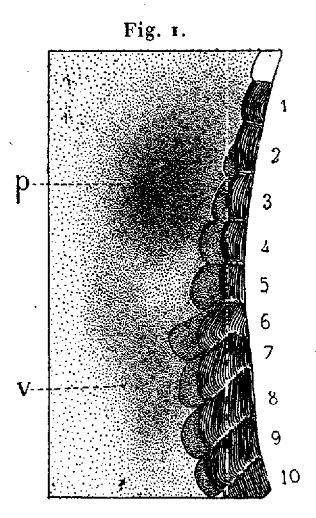
([2]) Ce travail a été fait dans les laboratoires maritimes de Roscoff et de Banyuls-sur-Mer.

sur lesquels avaient porté mes premières investigations. L'expérience acquise m'ayant permis d'arriver à un meilleur mode de fixation des embryons, j'ai pu découvrir les bourgeons musculaires des nageoires paires qui m'avaient complètement échappé lors de mes précédentes recherches. Toutefois, bien des points très importants n'ont pu encore être élucidés et je ne me suis décidé à publier les quelques résultats consignés ici qu'en raison du peu de faits actuellement connus sur les bourgeons musculaires des membres des Téléostéens.

» Les embryons pourvus de vingt et un segments primordiaux n'ont encore aucun rudiment de nageoire; mais ceux qui en possèdent vingt-quatre montrent déjà celui de la pectorale. Ce rudiment est constitué par un épaississement de la somatopleure affectant la forme d'un triangle rectangle étroitement appliqué suivant le côté le plus grand de son angle droit contre la face latérale des quatre ou cinq premiers segments primordiaux.

» Plus tard, chez l'embryon ayant trente segments, on distingue nettement le rudiment de la ventrale. C'est un épaississement du mésoderme en continuité avec celui de la pectorale, moins large et beaucoup moins épais que ce dernier, s'étendant au moins jusqu'au niveau du neuvième segment. A ce moment l'ensemble des deux rudiments (*fig.* 1, p, v) est

Fig. 1.



Moitié gauche de la région thoracique d'un embryon de *Cyclopterus lumpus* pourvu de 32 segments primordiaux. 1 à 10, segments primordiaux émettant chacun un bourgeon à la base de leur face externe; p, v, rudiments somatopleuriques de la pectorale et de la ventrale. 80 diamètres.

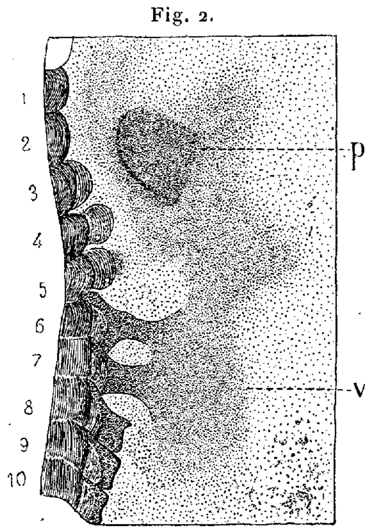
symétrique par rapport à un plan parallèle au plan de symétrie de l'embryon.

» Les bourgeons musculaires, déjà visibles sur l'embryon pourvu de 24 segments, sont notablement plus développés sur ceux qui en comptent 30 ou 32.

» Les bourgeons de la pectorale sont difficiles à bien voir et se présentent comme de courtes proéminences arrondies faisant saillie sur la face latérale de la partie inférieure du myotome qui leur donne naissance. Leur base d'insertion s'étend sur toute l'épaisseur de ce myotome et ils s'avancent dans l'épaississement somatopleurique qui constitue le rudiment de la pectorale. Ces bourgeons, qui sont au nombre de quatre, sont annexés aux quatre premiers segments primordiaux et leur saillie latérale augmente du premier au quatrième (1, 2, 3, 4, *fig.* 1) (1).

» Les bourgeons destinés à la ventrale, devant s'allonger beaucoup avant d'atteindre le rudiment mésodermique de cette nageoire, sont beaucoup plus faciles à voir que ceux de la pectorale; ils sont au nombre de cinq. La *fig.* 1 les montre situés sur le côté externe des cinq segments primordiaux postérieurs au quatrième.

Fig. 2.



Moitié droite de la région thoracique d'un embryon de *Cyclopterus lumpus* pourvu de 35 segments primordiaux. Les lettres et les chiffres désignent les mêmes parties que dans la *fig.* 1. 80 diamètres.

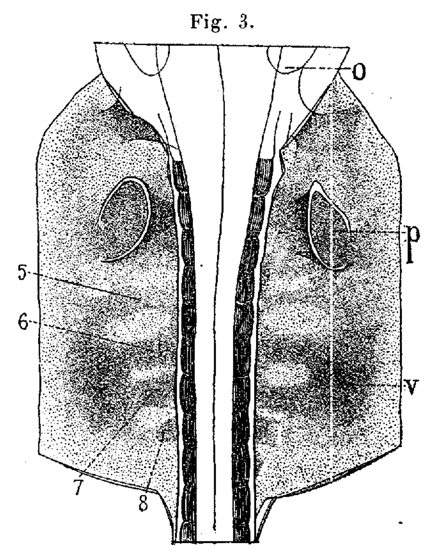
» La *fig.* 2, faite d'après un embryon pourvu de trente-cinq protovertèbres, représente ces mêmes bourgeons à un stade plus avancé de leur dé-

(1) Sur l'embryon qui m'a servi à dessiner la *fig.* 1, le bourgeon du premier segment primordial n'était pas visible; mais j'ai eu l'occasion de constater sa présence sur d'autres embryons du même stade.

veloppement. Le premier (5ème myotome) semble être resté stationnaire, mais les deux suivants, annexés au sixième et au septième myotome, se sont considérablement allongés et atteignent la plaque somatopleurique constituant le rudiment de la ventrale; le contour de leur extrémité distale est devenu invisible. Le bourgeon du huitième myotome s'est aussi beaucoup allongé, mais il n'a pas encore atteint le rudiment de la ventrale; celui du neuvième est encore moins développé que le précédent; c'est le dernier de ceux qui contribuent à la formation de cette nageoire; mais il est suivi par un autre, celui du dixième myotome, qui reste toujours à l'état rudimentaire. Le cloaque se forme au-dessous du douzième segment primordial.

» La *fig.* 3 a été faite d'après un embryon pourvu, comme celui de la *fig.* 2, de trente-cinq protovertèbres. Ici, les quatre premiers bourgeons

Fig. 3.



Région thoracique d'un embryon de *Cyclopterus lumpus* pourvu de 35 segments primordiaux. 5, 6, 7, 8, les quatre bourgeons musculaires les plus antérieurs contribuant à la formation de la ventrale; le dernier (8), issu du 8e segment, n'a pas encore atteint le rudiment de la nageoire; p, v, rudiments somatopleuriques de la pectorale et de la ventrale. 60 diamètres.

de la ventrale sont extrêmement nets et se présentent tous sous la forme de larges rubans très aplatis. Le premier (5), plus long et plus grêle que les autres, se rend à la partie tout à fait antérieure du rudiment de la ventrale, les deux suivants (6 et 7), dont l'extrémité semble complètement confondue avec la ventrale, sont plus courts, mais plus épais et plus larges que le premier. Quant au quatrième (8), il n'a pas encore atteint le rudiment, cependant son extrémité distale n'est pas nettement limitée.

» Dans l'embryon chez lequel le rudiment somatopleurique de la ventrale a déjà un pli ectodermique bien marqué, les bourgeons musculaires des myotomes, cinq à huit, sont tous les quatre en rapport avec ce rudiment et, comme la ventrale, à ce stade, est beaucoup plus éloignée de la paroi latérale des myotomes qu'au stade précédent, ses quatre premiers bourgeons ont doublé de longueur. De plus, ceux des myotomes neuf et dix se sont beaucoup allongés, mais n'atteignent pas la ventrale.

» Enfin, plus tard encore, le bourgeon du neuvième myotome rejoint à son tour l'ébauche somatopleurique de la ventrale; mais celui du dixième myotome semble rester d'abord à l'état rudimentaire et disparaître par la suite.

» L'examen des embryons préparés en totalité pourrait laisser subsister quelque doute sur la véritable nature des protubérances arrondies que je considère comme représentant les bourgeons musculaires de la pectorale; mais les coupes transversales pratiquées chez des embryons ayant de vingt-cinq à trente segments primordiaux montrent bien ces masses comme de véritables proliférations de la base des myotomes, se portant en dehors à la rencontre du rudiment somatopleurique.

» Les coupes transversales de la région de la ventrale font voir que les bourgeons musculaires pénètrent dans le rudiment somatopleurique qui la constitue, mais la partie de la somatopleure qui reste en dessous du bourgeon est si mince que bientôt ce dernier semble passer sous le rudiment tout entier.

» Je n'ai pas réussi à voir les bourgeons du *Cyclopterus* se diviser en quatre bourgeons secondaires, comme cela a lieu chez les Sélaciens; il m'a également été impossible de voir ces bourgeons se séparer de leurs myotomes, et leur tissu se transformer en muscles.

» Il est intéressant de rapprocher des faits qui précèdent les quelques données suivantes relatives à l'innervation et à la composition du squelette des membres du *Cyclopterus*.

» La nageoire pectorale est innervée par les quatre premières paires de nerfs spinaux, tandis que la ventrale reçoit ses nerfs des trois paires suivantes. Les os carpiens (nomenclature de Cuvier) sont au nombre de quatre. Ils sont tous articulés par leur bord proximal avec l'huméral. La rangée qu'ils forment est complétée vers le haut par le radial, et vers le bas par le cubital. Les rayons de la nageoire sont tous portés par les quatre os carpiens, sauf cependant le supérieur, qui s'articule avec le radial. »

BOTANIQUE. — *Sur le parasitisme d'une espèce de Botrytis;* par M. **Louis Mangin.**

« Dans la séance du 2 avril dernier, MM. Prillieux et Delacroix ont communiqué à l'Académie des Sciences le résultat de leurs observations sur la *toile*, sans mentionner la Note que j'avais présentée, un mois auparavant, sur le même sujet, à la Société de Biologie [1].

» Je n'ai pas à regretter cet oubli, puisqu'il a permis à MM. Prillieux et Delacroix de publier la vérification partielle des faits que j'avais annoncés.

» Le *Botrytis* dont il est question dans cette Note, était considéré jusqu'ici comme saprophyte et, par conséquent, inoffensif pour les plantes saines. Il ne me semble pas que MM. Prillieux et Delacroix aient démontré son parasitisme.

» Ces auteurs ont bien vu que la plante envahie par le parasite *se couvre alors de fructifications de* Botrytis cinerea, *qui est véritablement le parasite qui, à l'état stérile, forme la toile qui a pénétré dans son collet et ses parties souterraines, et l'a tuée.*

» Mais on doit remarquer que, beaucoup de saprophytes envahissent souvent les parties malades, et masquent ainsi les véritables parasites. Il n'était donc pas superflu de réaliser, comme je l'ai fait, des cultures pures, et de semer ensuite les spores de ces cultures sur des plantes saines, pour vérifier si les phénomènes de dépérissement, observés dans les plants contaminés, se manifestent encore.

» D'autre part, j'ai fait remarquer que la forme *Botrytis*, obtenue dans les cultures, ne représente que la forme conidienne d'une espèce ascoporée comparable au *Peziza* (*Sclerotinia*) *Fuckeliana;* il me paraissait donc légitime d'attendre, pour fixer définitivement le nom spécifique, que la série des formes reproductrices fût obtenue. MM. Prillieux et Delacroix n'ont pas éprouvé le même embarras et concluent en attribuant au *Botrytis cinerea* les ravages occasionnés par la *toile*. Ils ont bien obtenu des sclérotes, mais ils ne paraissent pas avoir observé, plus que moi d'ailleurs, la formation des Pezizes, qui seule permet l'identification de l'espèce.

---

[1] L. Mangin, *Sur la toile, affection parasitaire de certains végétaux* (*Bulletin de la Société de Biologie,* 3 mars 1894).

» Si l'aspect extérieur rappelle assez bien, en effet, le *Botrytis cinerea*, l'une des formes de la section des *Polyactis*, il me paraît difficile de se prononcer avec ces seules données; d'une part, à cause des nombreuses formes voisines, qu'on a peut-être trop hâtivement regardées comme spécifiquement distinctes; d'autre part, à cause des variations que cette forme conidienne éprouve suivant les conditions de milieu.

» J'ajouterai quelques mots sur le traitement à employer. Les auteurs de la Note du 2 avril se bornent à dire : *Il est permis d'espérer qu'on pourra le combattre* (le Botrytis) *efficacement par les traitements cupriques*, et, plus loin, *quelques essais faits dans une serre aux Basses Loges, avec la bouillie au saccharate de cuivre à la dose de* 4 *pour* 100, *ont, nous assure-t-on, donné des résultats appréciables*.

» Je cois la question plus complexe. D'abord, en ce qui concerne la germination et la propagation du parasite, j'ai constaté directement, et publié, l'efficacité des sels de cuivre et de zinc. A la dose de $\frac{1}{1000000}$ du métal en dissolution ($\frac{3,85}{1000000}$ de sulfate de cuivre et $\frac{4,30}{1000000}$ de sulfate de zinc), les spores sont tuées; la germination n'a pas lieu davantage avec les solutions au *dix-millionième*.

» S'il ne s'agissait que de détruire le parasite sur les organes aériens, la question serait résolue; mais, dans la *toile*, le parasite se développe au sein de la terre et envahit les parties souterraines; c'est donc dans le sol même qu'il faut tuer ce parasite. Les observations de MM. Haselhoff [1] et Otto [2] ont établi que les sels de cuivre sont nuisibles aux plantes qui les absorbent par leurs racines; M. Viala [3] a démontré, il est vrai, que le sol des vignes, même pauvre en calcaire, peut supporter des doses assez considérables de sulfate de cuivre sans danger pour celles-ci; mais les plantes cultivées sous châssis ou dans les serres à multiplication sont peu résistantes (plantules de germination, plantes repiquées, etc.) et pour elles, ainsi que j'ai eu l'occasion de le vérifier, les sels de cuivre sont toxiques même à l'état de carbonate dicuivrique avec ou sans calcaire.

---

(1) Haselhoff, *Ueber die Schädigende Wirkung von Kupfersalze, Kupfersulfat und Kupfernitrathaltigen Wasser auf Boden und Pflanzen* (*Landwirthsch. Jarhrbücher*, Bd. XXI; 1892).

(2) R. Otto, *Untersuchungen über das Verhalten der Pflanzenwurzel gegen Kupfersalzlösungen* (*Zeitsch. f. Pflanzenkrankh.*, Bd. III; 1893).

(3) P. Viala, *De l'action de certaines substances toxiques sur la vigne* (*Revue de Viticulture*, T. I, nos 3 et suivants).

» Il est donc essentiel d'ajouter au sol les sels de cuivre ou de zinc sous une forme et à une dose telles que, nuisibles au parasite, ils soient sans danger pour les plantes. C'est l'objet de recherches, en voie d'exécution, dont je ferai connaître les résultats à l'Académie en complétant l'histoire du Champignon dont j'ai signalé l'existence à l'état parasitaire. »

BOTANIQUE. — *Modifications anatomiques des plantes de la même espèce dans la région méditerranéenne et dans la région des environs de Paris* (1). Note de M. **W. Russell**, présentée par M. Duchartre.

« De nombreux travaux ont montré que les plantes peuvent éprouver de profondes modifications de forme et de structure, lorsque leurs conditions d'existence viennent à changer. Les prive-t-on de lumière (2), les change-t-on d'altitude (3), se développent-elles sur les grèves salées du littoral (4) ou dans les eaux douces (5), tout leur appareil végétatif varie, leur fructification se modifie et leur organisation intime se transforme.

» Jusqu'ici, l'étude de l'influence du climat sur la structure des végétaux n'a donné lieu qu'à quelques observations de de Candolle (6) et de Sagot (7) et à une Note spéciale de M. Areschoug.

» Je me suis dès lors proposé ici, non pas de combler cette vaste lacune, mais simplement d'en explorer un point particulier.

---

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

(2) Rauwenhoff, *Sur les causes des formes anormales des plantes qui croissent dans l'obscurité* (*Annales des Sciences naturelles*, t. V, 1877).

(3) G. Bonnier, *Étude expérimentale de l'influence du climat alpin sur la végétation et les fonctions des plantes* (*Bulletin de la Société botanique*, 1887). *Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées* (*Revue générale de Botanique*, 1890).

(4) P. Lesage, *Influence du bord de la mer sur la structure des feuilles*. Rennes, 1890.

(5) J. Costantin, *Structure de la tige des plantes aquatiques* (*Annales des Sciences naturelles*, t. XIX, 1884).

(6) De Candolle, *Géographie botanique*, t. II.

(7) Sagot, *Végétation des plantes potagères d'Europe sous l'Équateur* (*Bulletin de la Société botanique*; 1862).

(8) Areschoug, *Einfluss des Klimas auf die Organisation der Pflanzen* (*Jahrbücher von Engler*, t. II; 1882).

» J'ai cherché à démontrer que des plantes de même espèce, végétant dans un sol sensiblement identique, mais soumises à des conditions climatériques différentes, peuvent éprouver d'importantes modifications dans leur organisation interne.

» Dans ce but, j'ai comparé entre elles une série de plantes recueillies, les unes dans la région méditerranéenne, à Carnoules et à Solliès-Toucas (Var), les autres dans les environs de Paris, à Lardy (Seine-et-Oise). J'ai choisi des plantes dont l'identité spécifique n'est pas contestée et qui végétaient les unes et les autres sur des coteaux sablo-calcaires, ayant la même exposition. De plus, pour les plantes du Midi, j'ai recueilli mes échantillons assez loin de la mer (environ 30^{km}) pour que les brises marines n'aient pu avoir d'action sur elles. En outre, les spécimens étudiés ont tous été récoltés en pleine floraison, ceux du Midi en juin et juillet, ceux des environs de Paris en août et septembre.

» J'ai reconnu ainsi que les plantes de notre région parisienne qui peuvent vivre dans le Midi de la France y modifient plus ou moins leur constitution histologique.

» Voici d'ailleurs les résultats qui m'ont été donnés par l'examen comparatif de cinquante-huit espèces de plantes herbacées ou sub-ligneuses réparties dans vingt-trois familles.

» *Épiderme des tiges et des feuilles.* — Les cellules épidermiques des tiges et des feuilles ont ordinairement des dimensions beaucoup plus grandes chez les plantes méditerranéennes que chez les plantes parisiennes; leur volume peut en effet tripler (*Chenopodium album, Galium Mollugo,* etc.) et même quadrupler (*Brunella vulgaris, Mentha rotundifolia*). Cette augmentation de volume est accompagnée et souvent déterminée par un épaississement notable des parois qui, parfois, peut être tel que le lumen des cellules est presque en entier obstrué. En même temps que les cellules épidermiques augmentent de taille, leur forme se modifie et les sinuosités qu'elles présentent, chez les plantes parisiennes, tendent à disparaître. Le nombre des poils, ainsi que celui des stomates, s'accroît aussi assez fortement.

» *Écorce.* — Dans l'écorce des plantes méditerranéennes le tissu assimilateur prédomine sur le tissu parenchymateux sans chlorophylle. Les éléments de ce dernier tendent à épaissir leurs parois de manière à constituer une zone protectrice doublant l'endoderme (*Solanum nigrum, Hypericum perforatum,* etc.).

» D'ordinaire ce parenchyme sans chlorophylle est composé de cellules plus petites et en couches moins nombreuses chez la plante du Midi, d'où l'écorce a souvent une épaisseur moindre, à moins qu'il n'y ait transformation du parenchyme vert en parenchyme en palissade, ce qui est très fréquent (*Verbena officinalis, Solanum*

nigrum, *Campanula rotundifolia*, *Asperula cynanchica*, *Reseda lutea*, etc.).

» Les faisceaux de sclérenchyme et de collenchyme contenus dans l'écorce des plantes parisiennes sont toujours plus développés chez les plantes du Midi; assez souvent l'assise sous-épidermique des tiges se modifie en un exoderme collenchymateux bien net, ce qui n'a lieu que faiblement ou même pas du tout chez la plante parisienne (*Sinapis arvensis*, *Poterium Sanguisorba*, etc.).

» L'endoderme se distingue nettement des tissus voisins; il est, en effet, presque toujours formé de cellules régulières à parois épaissies et fréquemment munies des plissements lignifiés caractéristiques qui sont, comme on sait, rarement apparents dans les tiges aériennes des plantes de notre région.

» *Cylindre central.* — Le péricycle, chez les plantes du Midi, a toujours une tendance à la sclérification complète de tous ses éléments, alors même qu'il est parenchymateux partiellement ou totalement chez les plantes du Nord.

» Le bois et le liber offrent dans les parties du même âge un plus grand développement chez les plantes méridionales que chez les plantes parisiennes; les faisceaux primaires renferment plus de vaisseaux, qui ont un calibre plus considérable, et dont il n'est pas rare de voir le diamètre devenir double (*Verbena officinalis*, *Anagallis arvensis*, etc.), et même triple (*Polygonum Convolvulus*) chez les espèces méditerranéennes.

» Une sclérose intense envahit de bonne heure tous les éléments cellulosiques des grands et des petits rayons.

» La sclérification s'étend également dans la zone périmédullaire et dans la moelle, alors qu'au même niveau chez les plantes parisiennes elle n'est encore que très faible.

» Le diamètre de la moelle est en général assez réduit chez les plantes du Midi.

» *Parenchyme foliaire.* — Dans les feuilles des plantes méditerranéennes le tissu en palissade atteint un très grand développement sous les deux faces, car les cellules du tissu lacuneux sont presque toujours allongées perpendiculairement à la surface du limbe.

» Il en résulte qu'à de très rares exceptions près, l'épaisseur des feuilles chez les plantes du Midi est considérable; ainsi, chez le *Campanula rotundifolia* et le *Lotus corniculatus*, les feuilles ont deux fois plus d'épaisseur en Provence qu'aux environs de Paris; chez l'*Anagallis arvensis*, l'épaisseur est triple.

» En même temps que les cellules du parenchyme foliaire s'allongent, quelques-unes se dédoublent parfois, de sorte que le nombre d'assises que possède la feuille est de ce fait fréquemment augmenté.

» *Tissu sécréteur.* — Les laticifères des *Lotus*, des *Papaver*, des *Euphorbia* sont plus nombreux et acquièrent un plus grand développement chez les plantes méditerranéennes; il en est de même des glandes de l'*Hypericum perforatum* qui sont nombreuses dans l'écorce de la plante du Midi, et rares chez la plante du Nord.

» Les cristaux d'oxalate de chaux sont également plus nombreux et atteignent des dimensions plus grandes chez les plantes du Midi (*Polygonum aviculare* et *P. Convolvulus*, *Agrimonia Eupatoria*, etc.).

» En résumé, les plantes végétant sous le climat méditerranéen diffé-

rent des mêmes espèces qui habitent la région parisienne par les caractères suivants :

» 1° *Épiderme à cellules plus grandes, à contours plus réguliers et à parois plus épaisses.*

» 2° *Écorce à tissu assimilateur l'emportant sur le parenchyme sans chlorophylle, ce dernier se transformant en tissu protecteur.*

» 3° *Accroissement du diamètre des vaisseaux.*

» 4° *Augmentation d'épaisseur des feuilles, par suite du grand développement du tissu palissadique.* »

MINÉRALOGIE. — *Sur la structure de certaines rouilles; leur analogie avec celle des minerais de fer sédimentaires de Lorraine.* Note de M. **Bleicher**, présentée par M. Daubrée.

« Il existe en Lorraine deux sortes de minerais de fer d'origine sédimentaire : le *minerai oolithique* (lias supérieur, oolithe inférieure), le *minerai de fer fort* des fissures des plateaux jurassiques des environs de Longwy, actuellement épuisé, d'origine tertiaire. Quelles que soient la forme et la richesse de ces minerais, lorsqu'on les traite *sans* pulvérisation, par l'acide chlorhydrique étendu, l'acide chlorhydrique concentré, l'eau régale additionnée ou non de chlorate de potasse, on obtient un squelette siliceux qui conserve la forme du fragment de l'oolithe, du pisolithe mis en expérience.

» L'hydroxyde de fer et l'alumine ont ainsi été enlevés par les acides au support siliceux devenu dans certains cas (oolithes) assez transparent pour qu'on puisse l'étudier au microscope à de forts grossissements et le photographier. La chamoisite du Valais, les minerais de fer oolithique du Wurtemberg, d'Alsace, des départements du Doubs, de l'Isère (La Verpillière), etc., appartenant aux étages du lias et de l'oolithe, donnent les mêmes résultats, comme aussi les oolithes ferrugineuses qu'on peut recueillir dans le résidu du lavage de certaines roches du muschelkalk supérieur de Meurthe-et-Moselle.

» Le fer pisolithique de diverses provenances, environs de Longwy, des minières abandonnées de Lexy, territoire de Belfort, Haute-Saône (Autrey), Tarn (plateau de Feneyrols, entre Bruniquel et Saint-Antonin), environs de Délemont (Suisse), etc., peut aussi être privé de son hydroxyde de fer, en laissant un squelette blanc zoné, conservant le calibre du pisolithe mis

en expérience, assez résistant pour pouvoir être inclus dans la paraffine et coupé en lames minces avec les microtomes.

» A la lumière polarisée, ces coupes ne s'éclairent que par places, à raison de grains de sable quartzeux extrêmement fins, empâtés dans la masse de silice colloïde, en couches hyalines, alternant avec des couches grises et troubles.

» Comme suite à ces recherches ([1]), pour ce qui regarde les oolithes du minerai de fer de Lorraine, nous avons examiné par les mêmes procédés, et dans les mêmes conditions, la rouille ancienne encroûtant des objets en fer provenant de sépultures ou de dragages, tels que clous de tombes gallo-romaines et mérovingiennes, poignées d'épées de la fin du XVI^e siècle, etc.

» Les résidus d'actions ménagées et énergiques des acides sur des fragments de rouille pris sur des objets en fer abandonnés depuis longtemps dans un sol, ou dans des graviers riches en silice, contiennent des lames siliceuses, quelquefois vitreuses, moulées sur l'hydroxyde de fer. Ces lames s'insinuent sous la forme d'un réseau extrêmement délié dans la masse même de la rouille qu'elles contribuent à solidifier.

» Examinées à de forts grossissements, ces lames siliceuses montrent des stries de moulage; elles sont souvent grenues, craquelées, vitreuses; des grains de sable quartzeux extrêmement fins s'y aperçoivent engagés dans la masse siliceuse avec laquelle ils font corps.

» A la lumière polarisée, on juge mieux du rôle important que jouent ces grains de quartz dans la constitution des lames. Le ciment siliceux colloïde qui les unit ne paraît pas très abondant, quoique cependant il y en ait assez pour que l'on soit forcé d'en chercher la source plutôt dans les eaux que dans la silice normale du fer métallique.

» Dans une poignée d'épée de la fin du XVI^e siècle provenant de dragages dans la Moselle, l'action de l'acide chlorhydrique étendu a montré des coques siliceuses isolées ou associées en réseau, de $0^{mm},5$ de diamètre, au milieu des fibres dissociées du fer nerveux. Ces coques isolées ont l'apparence d'oolithes imparfaites, réduites à leur enveloppe.

» La production de ces lames et coques siliceuses dans les rouilles anciennes paraît subordonnée à la présence de silice dans le sol ambiant, car des expériences faites sur des clous rouillés provenant de tombes

---

([1]) *Sur la structure microscopique du minerai de fer de Lorraine* (*Comptes rendus*, 18 mars 1892).

gallo-romaines creusées dans la craie du camp de Châlons n'ont donné aucun résidu de ce genre.

» Ces observations permettent d'affirmer que l'association hydroxyde de fer et silice peut assez rapidement, sous terre, en présence d'eau douce, provoquer la formation de rouilles comparables par leur apparence et leur structure aux minerais de fer des temps géologiques. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur des fruits de Palmiers trouvés dans le cénomanien aux environs de Sainte-Menehould*. Note de M. **P. Fliche**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les plus anciens restes de Palmiers trouvés jusqu'à présent, en Europe, ont été rencontrés dans le quadersandstein (cénomanien supérieur) de Tiefenfurth, en Silésie; en France, il faut arriver au sénonien pour en découvrir. Il est donc intéressant de constater leur présence dans le cénomanien à *Pecten asper* des environs de Sainte-Menehould. L'intérêt s'accroît encore par suite de ce fait que les fossiles ont des fruits dont la structure est bien conservée. Je vais les décrire sommairement en attendant une étude complète de la flore fossile de Sainte-Menehould.

» Ces fruits appartiennent à deux types très distincts constituant par suite deux genres :

» Le *premier type* se présente sous forme d'un gros noyau plus ou moins globuleux, pouvant atteindre jusqu'à 60^{mm} de diamètre; l'épaisseur de la paroi est alors de 8^{mm}; la structure de celle-ci est très bien conservée, et elle montre un enchevêtrement de fibres allongées, tout à fait analogues à celles qu'on observe dans la noix de coco actuelle. A l'intérieur de cette paroi, on trouve une grosse graine qui s'en détache plus ou moins aisément; tantôt la structure en est presque complètement conservée, tantôt elle a disparu. Dans le premier cas, on constate invariablement que la graine était en germination ; un albumen volumineux renferme un embryon dont le corps cotylédonaire très prédominant a déjà subi un assez fort développement et fait saillie au dehors, se dilatant en forme de bouton, ainsi que cela se voit sur les Palmiers en germination. Comme chez eux aussi, l'albumen ne semble pas altéré au contact de l'embryon. Ce fruit, à raison de sa structure, des pores caractéristiques de son noyau, a ses analogues actuels dans la section des Cocoïnées. C'est pour cela que je lui ai donné le nom de *Cocoopsis;* il m'a présenté deux espèces qui diffèrent assez

légèrement du noyau par la taille et par la forme presque globuleuse chez l'une, elliptique chez l'autre.

» Le *second type*, très distinct du premier, est plus rare; il présente aussi une structure moins bien conservée; le plus souvent on ne possède que la graine et seulement à l'état de moule, renfermant encore, il est vrai, quelquefois de très faibles portions de la structure conservée. C'est alors un parenchyme que l'on peut attribuer légitimement à un albumen de Palmier. Heureusement il reste en outre le plus souvent à la surface de ces graines des débris de la paroi du noyau; un échantillon m'a donné une partie importante de celle-ci. La structure rappelle celle du genre précédent. L'épaisseur de la paroi du noyau est seulement de 2^{mm}. La graine est obovale, fortement atténuée à une de ses extrémités; elle rappelle la forme d'un pépin de poirier qui serait peu aplati; elle mesure en moyenne 35^{mm} de longueur et 17^{mm} de diamètre au gros bout; elle paraît avoir présenté une petite cavité en son centre. Non seulement elle me semble avoir appartenu à un Palmier, mais encore à un genre de la même section que le premier fruit décrit. Elle a même de grandes analogies de formes, de dimensions avec certains *Astrocaryum* actuels; c'est ce qui m'a fait adopter, pour désigner ce fossile, le nom d'*Astrocaryopsis*, tout en faisant de grandes réserves au sujet des affinités réelles avec le genre vivant. Ce dernier type ne m'a fourni qu'une seule espèce.

» Je ne veux pas terminer cette Note sans remercier M. Zeiller, professeur à l'École des Mines, MM. Collet, Peron et Lambert auxquels je dois les matériaux qui ont servi de base à mon travail. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur un mode de striage des roches indépendant des phénomènes glaciaires.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« Au cours d'études expérimentales poursuivies depuis plusieurs mois sur la dénudation souterraine, j'ai été conduit à examiner les effets mécaniques éprouvés par les matériaux entraînés. C'est ainsi que j'ai constaté des stries de friction sur des blocs rocheux glissant, sous une charge suffisante, sur des amas de galets ou de graviers, ainsi que des stries creusées par ces mêmes pierrailles lors de leur glissement sur les masses rocheuses qui les supportent. Ces conditions, facilement reproduites dans des expériences de laboratoire, sont fréquemment réalisées dans la nature. Supposons une colline dont le flanc soit revêtu d'un épais placage de diluvium comme on

le voit le long de tant de vallées de la France septentrionale. Les eaux infiltrées jusqu'à la roche en place, déterminent lentement la désagrégation du sous-sol et, enlevant un à un les grains sableux interposés, elles privent peu à peu le terrain de transport de son substratum initial. Les cailloux, pressés les uns contre les autres, glissent sur la pente et, si le poids qui les surmonte est suffisant, ils imprimeront sur la roche sous-jacente des stries parallèles à la direction générale du glissement. De même, si ce diluvium contient de grosses dalles calcaires ou gréseuses suffisamment chargées par-dessus, et reposant sur les graviers, le lent démantèlement du terrain les fera glisser pour leur compte et les pierrailles sous-jacentes en burineront la face inférieure.

» Cet état de choses est vérifié à la fois par l'observation des faits naturels et par l'expérience.

» L'observation m'a mis récemment en présence d'un bloc de grès de Fontainebleau ayant subi l'action mécanique qui vient d'être décrite. Ce bloc est une dalle à contour heptagonal de 50^{cm} d'épaisseur et de 2^{m} environ de diamètre. Il gisait dans le diluvium superposé au calcaire grossier dans une carrière exploitée à Gentilly (Seine). Sur l'une des grandes faces on remarque des rayures anciennes et patinées disposées en groupe ou faisceaux, et ressemblant à s'y méprendre aux stries caractéristiques des blocs glaciaires. En certaines régions, les stries sont si serrées qu'on en compte une vingtaine sur une largeur de 30^{cm}; leur longueur peut atteindre 16^{cm} et leur largeur 6^{mm}. On voyait sur la dalle au moins trois directions de ces stries correspondant certainement à des rotations du bloc sur lui-même pendant son glissement.

» L'expérimentation, de son côté, a permis la reproduction de ce striage avec ses principaux caractères ([1]). L'appareil a consisté en une table inclinée de 30° à 45° suivant les cas et sur laquelle on a accumulé des graviers diluviens mélangés ou non de sable et supportant, dans une première expérience, une dalle de calcaire non polie mais aplanie, sur laquelle un poids d'une vingtaine de kilogrammes a été assujetti. Un jet d'eau attaquant le tas de graviers en a déterminé l'écroulement, et la dalle surchargée a glissé suivant la pente. On a constaté à sa surface inférieure des paquets de stries creusées par le gravier.

([1]) Voyez *Recherches expérimentales sur le striage des roches dû au phénomène erratique*, par M. Daubrée, insérées dans les *Annales des Mines*, 5e série, t. XII, p. 551; 1857.

» Une autre disposition a consisté à établir à poste fixe une dalle calcaire sur la table inclinée et à la recouvrir de galets supportant une planche convenablement surchargée. Cette fois, l'écroulement aqueux a fait glisser les galets sur la dalle qui a été striée.

» Ces expériences paraissent justifier les conclusions suivantes :

» 1° Les tassements et les glissements des terrains caillouteux, consécutifs à la dénudation souterraine, peuvent donner lieu à des stries, soit sur les galets, soit sur les roches qui supportent les galets, soit sur des dalles glissant sur les galets.

» 2° Il paraît nécessaire d'attribuer au mode de production dont il s'agit les stries observées à diverses reprises sur des galets diluviens [par exemple auprès de Paris par M. Julien et par M. de Mortillet, et dans l'Afrique du Sud (conglomérat de Dwyka) par M. Dunu]; celles qui ont été citées par Belgrand, par Collomb et par d'autres, sur des dalles de grès en place, à la Padole, et à Champcueil (Seine-et-Marne); celles enfin du bloc de grès de Gentilly.

» 3° Enfin, il y a lieu de ne pas qualifier un terrain de glaciaire, pour cela seul qu'il renferme des blocs striés, ou qu'il repose sur des roches striées, et sans s'être assuré, au préalable, que les stries ne peuvent pas provenir du mécanisme qui vient d'être décrit. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur la rigidité cadavérique*. Note de M. **J. Tissot**, présentée par M. Chauveau.

« Jusqu'à ce jour, deux opinions contraires ont divisé les physiologistes sur la question de la rigidité cadavérique. Les uns, avec Brücke, Kühne, prétendent qu'elle est due à un phénomène chimique, la coagulation de la myosine. D'autres, avec Nysten, Brown-Séquard, la considèrent comme une dernière contraction du muscle, c'est-à-dire comme un phénomène physiologique. Les seuls faits autorisant à soutenir la seconde hypothèse sont les analogies de la rigidité cadavérique avec la contraction musculaire et les faits publiés par Brown-Séquard [1]. Aucune des manifestations vitales essentielles n'a encore été observée dans les muscles rigides. Les expériences que j'ai faites sur ce sujet m'ont donné les résultats suivants :

» 1° Les muscles rigides sont très souvent excitables électriquement

---

[1] Brown-Séquard, *Gazette médicale*, 1851. — *Journal de la Physiologie*, 1858.

pendant un temps variable au début de la rigidité et même lorsqu'elle est complètement établie. Cette persistance de l'excitabilité est presque constante dans tous les cas où la rigidité survient rapidement. Ce phénomène est la règle dans certaines espèces (Cheval) chez lesquelles la rigidité survient toujours brusquement après la mort. On peut le mettre en évidence en strychnisant les animaux ou en les électrisant avant de les tuer (Grenouille, Chien, Chat). M. Chauveau a vu l'excitabilité durer cinq heures chez le Cheval.

» 2° Les muscles rigides dont l'excitabilité électrique est perdue peuvent encore conserver leur excitabilité mécanique pendant longtemps. M. Chauveau l'a vue persister quinze heures chez le Cheval. Chez le fœtus, je l'ai vue persister très vive pendant deux jours.

» Je dirai à ce propos que les muscles du fœtus deviennent rigides comme ceux de l'adulte; mais la rigidité y apparaît beaucoup plus tard, lorsque le fœtus a été extrait du corps de la mère et qu'on l'a laissé se refroidir. L'excitabilité électrique disparaît avant que la rigidité ait apparu, mais l'excitabilité mécanique (contraction idio-musculaire) persiste beaucoup plus longtemps, jusqu'à deux jours après le début de la rigidité.

» 3° Les muscles rigides qui ont perdu l'excitabilité électrique et mécanique possèdent encore l'excitabilité aux agents chimiques.

» Contrairement à ce qui a été dit par plusieurs physiologistes [1], l'excitabilité des muscles aux agents chimiques (chloroforme, ammoniaque, éther, etc.) persiste beaucoup plus longtemps que l'excitabilité mécanique, et persiste toujours la dernière. Je l'ai vue persister dans certains cas vingt-six et vingt-huit heures après la mort chez les Mammifères. Chez la Grenouille, elle disparaît de quatre à huit jours, après l'apparition de la rigidité complète (en hiver).

» 4° Tandis que l'excitabilité électrique décroît progressivement, l'excitabilité du muscle à certains agents croît en sens inverse et atteint son maximum lorsque l'excitabilité électrique disparaît et au moment où le muscle va entrer en rigidité. Pour d'autres agents chimiques, l'excitabilité décroît régulièrement sans atteindre de maximum. C'est une erreur de vouloir déterminer, d'après l'action d'un ou deux agents, comme l'ont fait beaucoup de physiologistes, la conduite des muscles envers les excitants chimiques en général, et on peut dire que le muscle se conduit différemment avec chacun d'eux.

---

(1) CATHERINE SCHIPILOFF, *Recherches sur la nature et sur les causes de la rigidité cadavérique* (*Rev. méd. de la Suisse Romande*, n° 9).

» 5° Les muscles tétanisés et fatigués présentent de même une exagération de sensibilité aux mêmes excitants chimiques que les muscles rigides. On l'observe aussi dans les muscles dont les vaisseaux ont été ligaturés pendant un certain temps, et dans les muscles soumis aux causes de dépérissement, contact de l'air, chaleur, dessèchement, etc.

» 6° La contraction produite dans un muscle rigide par un excitant, même par une faible quantité de vapeurs (chloroforme, ammoniaque), est accompagnée de la production d'un courant du même sens que le courant d'action du muscle. Elle est aussi accompagnée d'un dégagement de chaleur, comme la contraction musculaire normale.

» 7° Les muscles rigides suspendus dans l'air absorbent de l'oxygène et exhalent de l'acide carbonique.

» 8° J'ai pu déterminer, mais dans deux cas seulement, l'apparition de la rigidité dans un gastrocnémien de Grenouille par une seule excitation électrique intense, un peu avant le moment où le muscle perd son excitabilité électrique. Je n'ai pas encore pu déterminer les conditions dans lesquelles ce phénomène se produit (¹). »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Mecanisme de l'hyperglycémie déterminée par la piqûre diabétique et par les anesthésiques. Faits expérimentaux pouvant servir à établir la théorie du diabète sucré et de la régulation de la fonction glycoso-formatrice à l'état normal.* Note de M. **Kaufmann**, présentée par M. Chauveau.

« Dans une Note antérieure (²) j'ai établi que le produit de la sécrétion interne du pancréas exerce, par l'intermédiaire du sang, une action frénatrice directe sur le tissu du foie. Il faut admettre, comme conséquence de ce fait, que la glycoso-formation intra-hépatique est susceptible d'être influencée par toute action modifiant l'activité de la sécrétion pancréatique interne. Quand le produit pancréatique cesse d'être versé dans le sang, les cellules hépatiques se trouvent libérées de la part de l'action frénatrice qui revient à ce produit, d'où suractivité de la production du sucre, hyperglycémie et glycosurie. Quand, au contraire, le sang qui arrive au foie est riche en produit pancréatique, les éléments hépatiques

(¹) Travail du laboratoire de Pathologie comparée du Muséum d'Histoire naturelle.

(²) Voir *Comptes rendus*, numéro du 26 mars 1894.

sont soumis à une action frénatrice puissante, d'où diminution de la production sucrée et hypoglycémie.

» En poursuivant l'analyse expérimentale de la régulation de la fonction glycémique, j'ai trouvé des faits nouveaux qui permettent de mieux saisir le mode d'action du système nerveux sur la glycoso-formation et de comprendre les perturbations diverses de cette fonction.

» Cl. Bernard a montré que la piqûre du bulbe (piqûre diabétique) produit l'hyperglycémie et la glycosurie. Tout le monde sait aussi que le même effet hyperglycémique se produit, mais généralement à un moindre degré, sous l'influence de l'administration des anesthésiques. Mais jusqu'ici le mécanisme de l'hyperglycémie ainsi provoquée est resté fort obscur et controversé. La découverte de l'action frénatrice exercée directement sur le foie par la sécrétion interne du pancréas, m'a permis d'envisager la question à un point de vue nouveau.

» L'action nerveuse, créée dans les centres par la piqûre du bulbe, se transmet-elle au pancréas ou au foie, ou simultanément à ces deux organes? L'hyperglycémie pourrait, en effet, dériver d'une suspension de l'activité pancréatique interne, ou une excitation des éléments glycoso-formateurs du foie, ou d'une action s'exerçant simultanément sur le foie et le pancréas.

» On sait que la piqûre diabétique est destituée de son effet hyperglycémique ordinaire si l'on coupe préalablement les nerfs splanchniques (Cl. Bernard). Mes expériences confirment ce fait de la façon la plus complète et montrent de plus que, dans ces mêmes conditions, l'administration des anesthésiques n'est plus suivie d'aucun effet hyperglycémique. L'expérience suivante suffit pour le démontrer :

» *Expérience* I. — Chien de 13^{kg} en parfait état de santé et à jeun, ayant subi 43 jours auparavant la section des deux nerfs splanchniques en arrière du diaphragme.

	Sucre pour 100^{gr} de sang jugulaire.
Première anesthésie chloroformique.	
Avant l'anesthésie	0,898
Pendant l'anesthésie confirmée	0,898
Deux jours après nouvelle anesthésie.	
Avant l'anesthésie	0,909
Pendant l'anesthésie confirmée	0,842
La piqûre diabétique est pratiquée aussitôt après.	
4 heures après la piqûre	0,833

» Ainsi l'action hyperglycémique créée dans les centres nerveux par la

piqûre diabétique ou par les anesthésiques passe tout entière dans les cordons nerveux formés par les splanchniques. Ces deux nerfs transportent nécessairement l'impression dans le ganglion semi-lunaire dans lequel ils se terminent. Mais au delà de ce ganglion que devient cette action et à quels organes se transmet-elle?

» Les trois séries de résultats expérimentaux qui suivent nous l'apprennent.

» A. *Effets de la piqûre diabétique et des anesthésiques sur les animaux dont le foie et le pancréas sont énervés simultanément.* — Quand on a coupé tous les filets nerveux qui, du ganglion solaire, se rendent au foie et au pancréas, la piqûre diabétique et les anesthésiques n'ont plus aucun effet hyperglycémique. Donc l'influence nerveuse transmise par les splanchniques au ganglion solaire s'échappe de celui-ci en suivant la voie des nerfs coupés, c'est-à-dire arrive au foie ou au pancréas, ou encore simultanément à ces deux organes.

» B. *Effets de la piqûre diabétique et des anesthésiques sur les animaux dont le foie conserve ses relations nerveuses intactes, mais dont le pancréas est énervé.* — Sur des animaux ainsi préparés, l'action créée dans les centres nerveux par la piqûre diabétique et les anesthésiques continue à produire l'hyperglycémie. Le foie reçoit donc une excitation par ses fibres excito-sécrétoires. Ce résultat est en harmonie avec celui obtenu récemment par MM. Morat et Dufour, à l'aide d'un procédé différent.

» C. *Effets de la piqûre diabétique et des anesthésiques sur les animaux dont le foie seul est énervé, le pancréas conservant ses relations nerveuses intactes.* — Les expériences démontrent qu'en l'absence de toute transmission nerveuse au foie la piqûre diabétique et les anesthésiques produisent encore leur effet hyperglycémique, pourvu que le pancréas conserve ses relations nerveuses intactes.

» En rapprochant les résultats des trois séries A, B et C, on arrive à cette conclusion importante, à savoir que : *l'action créée dans les centres nerveux sous l'influence de la piqûre du bulbe et des anesthésiques est transmise simultanément au foie et au pancréas.* Chacun de ces deux organes est influencé dans le sens de l'hyperglycémie. Le foie reçoit donc une action excito-sécrétoire pour la glycose, et le pancréas une action fréno-sécrétoire pour sa sécrétion interne. Les deux effets engendrés simultanément se superposent et placent l'organe glycoso-formateur dans les conditions les plus favorables à la production du sucre. Ainsi se trouve démontrée l'une des conclusions les plus importantes des recherches que nous avons faites M. Chauveau et moi ([1]).

» Les cellules hépatiques possèdent une activité glycoso-formatrice qui

([1]) *Comptes rendus*, mars 1893.

leur est propre et qui est indépendante du système nerveux, comme le montre le fait de la persistance de la glycoso-formation sur un foie isolé ou énervé. Mais, dans l'organisme normal, la production de la glycose devant être en rapport avec sa consommation, le système nerveux intervient pour la régler et l'adapter aux besoins.

» La glycoso-formation a à son service un moteur : c'est le foie, et un frein : c'est le pancréas. Les faits exposés ci-dessus démontrent que la puissance du moteur s'accroît en même temps que celle du frein diminue. On voit, en effet, que le pancréas cesse de verser dans le sang son produit de sécrétion interne qui est frénateur pour les cellules hépatiques, pendant que le foie reçoit, par ses nerfs, une impulsion sécrétoire plus intense.

» Ces faits permettent de comprendre très simplement le mécanisme de la régulation de la glycoso-formation.

» Toujours les centres nerveux transmettent par la voie des splanchniques et du ganglion solaire deux actions inverses simultanées : l'une est déversée sur le foie, l'autre sur le pancréas. A l'état normal, ces actions, suivant la manière dont elles sont combinées, amènent une production de sucre qui est tantôt plus, tantôt moins abondante.

» Les causes du diabète sucré agissent toutes en affaiblissant l'action frénatrice et en exaltant l'action glycoso-formatrice, par le mécanisme indiqué ci-dessus. »

M. **Alfred Basin** adresse un Mémoire « Sur le grand canal des deux mers ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 MARS 1894.

Centenaire de la fondation du Muséum d'Histoire naturelle, 10 juin 1793-10 juin 1893. Volume commémoratif publié par les professeurs du Muséum. Paris, Imprimerie nationale, 1893; 1 vol. in-4° (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Traité de Thérapeutique infantile médico-chirurgicale, par les Drs PAUL LE GENDRE et A. BROCA. Paris, Steinheil, 1894; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.) (Renvoyé à la Section de Médecine et Chirurgie.)

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. TISSERAND, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. BIGOURDAN, O. CALLANDREAU et R. RADAU. Tome XI. Février et mars 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 2 fasc. in-8°.

Annuaire de la Marine pour 1894. Paris, Berger-Levrault et Cie; 1 vol. in-8°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. A. ETARD. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 br. in-4°.

Bulletin de la Société philomathique de Paris, fondée en 1788. Huitième série. Tome VI, n° 1, 1893-1894. Paris; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société de Géographie, 3e trimestre 1893. Paris, 1894; 1 vol. in-8°.

Bulletin des séances de la Société nationale d'Agriculture de France. Compte rendu mensuel, rédigé par le Secrétaire perpétuel. Année 1894. Nos 1 et 2. Paris, Chamerot et Renouard, 1894; 2 fasc. in-8°.

Report of the fourth meeting of the australasian Association for the advancement of Science, held at Hobart, Tasmania, in January 1892. Sydney; 1 vol. in-8°.

Memorie della Società degli spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del prof. P. TACCHINI. Roma, 1894; 1 br. in-4°.

Memoirs to the national Academy of Sciences. Volume VI. Washington, 1893; 2 vol. in-4°.

Anales del Museo nacional de Montevideo, publicados bajo la direction de J. ARECHAVALETA. Montevideo, 1894; 1 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 AVRIL 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *de Marignac*, Correspondant de la Section de Chimie, décédé à Genève le 15 avril 1894.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un exemple d'approximations successives divergentes*. Note de M. **Emile Picard**.

« J'ai, il y a quelques années [Chap. V de mon *Mémoire sur les approximations successives* (*Journal de Mathématiques;* 1890)], considéré des équations de la forme

$$\frac{d^2y}{dx^2} = f(x, y), \tag{1}$$

où l'on suppose la fonction $f(x, y)$ toujours positive et croissant en même temps que y. Il n'existe, on le voit de suite, qu'une seule intégrale de cette équation prenant des valeurs données pour $x = a$ et pour $x = b$. En supposant, comme il est évidemment permis, que ces valeurs données soient nulles, on peut chercher à obtenir l'intégrale de (1) s'annulant en a et en b, au moyen des approximations successives

$$\frac{d^2 y_1}{dx^2} = f(x, 0), \qquad \frac{d^2 y_2}{dx^2} = f(x, y_1), \qquad \ldots, \qquad \frac{d^2 y_n}{dx^2} = f(x, y_{n-1}), \qquad \ldots,$$

tous les y s'annulant pour $x = a$ et $x = b$. Or voici ce que l'on reconnaît : les y à indices *impairs* forment, pour une valeur arbitraire de x, une suite *croissante*, et les y à indices *pairs* une suite *décroissante*. Les premiers ont une limite, et il en est de même des seconds. Comme je l'ai montré, ces limites coïncident si l'intervalle (a, b) est assez petit, mais j'énonçais qu'*il n'en était pas ainsi en général*. Je me suis toutefois borné à cette affirmation; il était intéressant de chercher un exemple qui montrerait effectivement un type curieux d'approximations successives, dans lequel *les approximations d'ordre pair ont une limite, et les approximations d'ordre impair une autre limite*. C'est un tel exemple que je vais indiquer.

» Il sera fourni par l'équation très simple

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{1}{2} e^y.$$

» Soit l'intervalle (o, b). Considérons une intégrale s'annulant pour $x = 0$ et négative pour x positif et assez rapproché de l'origine. On aura

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 = e^y - \alpha,$$

α étant une quantité positive inférieure à *un*. L'intégrale y ira en décroissant depuis $y = 0$ jusqu'à la valeur $\log \alpha$ qui sera son minimum. Cette valeur minima sera atteinte pour

$$x = \int_{\log \alpha}^{0} \frac{dy}{\sqrt{e^y - \alpha}};$$

la seconde racine de l'intégrale y correspondra donc à

$$b = 2 \int_{\log \alpha}^{0} \frac{dy}{\sqrt{e^y - \alpha}},$$

ou, en posant $\log \alpha = \beta < 0$,

$$(2) \qquad b = 2\int_\beta^0 \frac{dy}{\sqrt{e^y - e^\beta}}.$$

» L'intégrale considérée y s'annule donc pour $x = 0$ et $x = b$; elle est négative dans cet intervalle et son minimum est $\log \alpha$.

» Reprenons les équations relatives aux approximations successives

$$(3) \qquad \frac{d^2 y_1}{dx^2} = \frac{1}{2}, \qquad \frac{d^2 y_2}{dx^2} = \frac{1}{2} e^{y_1}, \qquad \ldots, \qquad \frac{d^2 y_n}{dx^2} = \frac{1}{2} e^{y_{n-1}}, \qquad \ldots.$$

» Si l'on suppose que y_n converge uniformément vers y, il arrivera à partir d'une certaine valeur de n que $\frac{1}{2} e^{y_{n-1}}$ différera très peu de y et sera par suite supérieure à $\frac{\alpha}{2}(1 - \varepsilon)$, en désignant par ε une quantité positive fixe aussi petite qu'on voudra. On conclut de là, par des raisonnements très simples, que la méthode des approximations successives appliquée à l'équation linéaire

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + \frac{\alpha}{2}(1 - \varepsilon) y = 0$$

conduira à une suite convergente dans tout intervalle $(0, b')$, b' étant inférieur à b, mais en étant aussi rapproché que l'on veut. Or le champ de convergence pour les approximations correspondant à cette dernière équation est

$$\frac{\pi\sqrt{2}}{\sqrt{\alpha}.\sqrt{1-\varepsilon}}.$$

» Si donc cette expression est inférieure à la quantité b donnée par la formule (2), il en résultera que les approximations fournies par (3) ne pourront converger vers y. Nous devons, par suite, voir si l'inégalité

$$\frac{\pi\sqrt{2}}{\sqrt{\alpha}} < 2\int_\beta^0 \frac{dy}{\sqrt{e^y - e^\beta}}, \qquad (\beta = \log \alpha < 0)$$

peut être vérifiée. Or il en est bien ainsi si α est assez rapproché de zéro; des calculs faciles montrent que l'inégalité précédente sera vérifiée si l'inégalité

$$\frac{\pi\sqrt{2}}{\sqrt{\alpha}} < \frac{14}{3}\frac{1}{\sqrt{\alpha}} - 4 - \frac{2}{3}\alpha$$

est elle-même satisfaite. Il en est bien ainsi pour α, assez voisin de zéro,

puisque $\pi\sqrt{2} < \frac{14}{3}$. Donc, pour α assez petit, c'est-à-dire pour b assez grand, *les approximations successives ne convergent pas vers l'intégrale y*. Les calculs précédents donnent pour b une limite à partir de laquelle il en est certainement ainsi; cette limite pourrait sans doute être encore réduite, mais son existence est le seul point qui nous intéresse ici. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Quelques remarques préliminaires sur le mécanisme de la désassimilation des albuminoïdes et la formation de l'urée dans l'économie*; par M. **Armand Gautier**.

« A propos des développements que vient de donner M. Chauveau en présentant la Note de M. Kauffmann relative à la physiologie du foie ([1]), et en raison surtout de l'intéressante publication : *La vie et l'énergie chez l'animal*, que notre très savant confrère a offerte lundi dernier à l'Académie, et où il expose les mêmes vues théoriques, je désirerais faire, dès aujourd'hui, quelques remarques sur le mécanisme de la désassimilation des albuminoïdes et de la production de l'urée dans l'économie.

» Il est incontestable qu'une grande partie de l'urée se forme dans le foie aux dépens des matières protéiques ou de leurs produits les plus immédiats, amides et autres dérivés ammoniacaux; mais M. Chauveau pense que c'est par une combustion, une oxydation de ces matières, tandis que je crois, pour ma part, que dans le foie, aussi bien que dans les autres tissus de l'économie où elle se forme, l'urée se produit par fermentation, principalement en vertu d'un mécanisme d'hydratation et sans accès de l'oxygène. Je crois en avoir donné les preuves convaincantes dans mes leçons de cet hiver à la Faculté de Médecine, leçons dont j'ai résumé la partie essentielle dans un article qui va paraître dans la *Revue scientifique*. En ce qui touche au foie, tout particulièrement, il est impossible d'admettre que la cellule hépatique où se forme l'urée soit un milieu oxydant. J'ai remarqué depuis longtemps qu'elle est le lieu de réductions énergiques, et M. Ehrlich en a donné la démonstration par des expériences fort ingénieuses. Il pousse, durant la vie, dans les veines du cobaye ou du lapin une injection de sulfo-indigotate de soude ou de céruléine. Ces substances, d'un bleu très puissant et inoffensives, ont la propriété, on le sait, de

([1]) *Voir* Note de M. Kauffmann, p. 937.

s'unir à l'hydrogène et dès lors de se décolorer, pour se recolorer sous l'influence de la moindre quantité d'oxygène. Or, lorsqu'on sacrifie l'animal un peu après l'injection de ces substances dans les veines, on trouve le foie, encore vivant, entièrement exempt de matière colorante bleue, tandis que le sang et son sérum sont fortement colorés. De même la partie corticale des reins, les parties blanches du cerveau et de la moelle, le parenchyme pulmonaire, et, à un moindre degré, les muscles, réduisent l'indigo bleu et la céruléine, auxquels ils cèdent de l'hydrogène *durant la vie*. Mais, de tous ces tissus, le foie est le plus réducteur; c'est un milieu essentiellement hydrogénant, et, par conséquent, on ne saurait admettre que l'urée qui s'y forme s'y produise par oxydation.

» Nous avons du reste aujourd'hui d'autres preuves qui conduisent à la même conclusion. Des expériences faites par M. Ch. Richet, dans son laboratoire de la Faculté de Médecine, et qui vont être publiées, il résulte directement la preuve que le foie produit bien l'urée en dehors de toute intervention de l'oxygène extérieur. On extirpe cet organe à un chien bien portant; on le lave de sang par injection d'eau stérilisée, et on le divise aussitôt en deux parts. L'une est plongée, après flambage extérieur, dans un bain de paraffine fondue; l'autre sert à doser l'urée extemporanément. Au bout de quatre heures, l'urée est dosée dans la partie conservée dans la paraffine : on constate que sa quantité a considérablement augmenté, dans la proportion de $0^{gr},2$ à $0^{gr},80$ pour 1000^{gr}. Cette urée ainsi produite en milieu réducteur a été extraite en nature et caractérisée.

» Mais ce phénomène de la formation de l'urée par dédoublement anaérobie des albuminoïdes et aux dépens de leurs dérivés les plus prochains n'est pas propre seulement aux cellules du foie. Il est général : *les protoplasmas de la plupart des cellules de l'économie sont presque tous réducteurs*. Leurs matières albuminoïdes s'y transforment en urée (quelquefois partiellement, comme dans les muscles, en uréides, composés créatiniques, etc., correspondant à l'urée), en vertu des dédoublements des molécules protéiques provoquées par hydratation fermentative. En même temps que les corps azotés, apparaissent les autres termes de cette désagrégation; le glycogène, la cholestérine, dans le foie; les hydrates de carbone, les graisses surtout, dans les autres cellules de l'économie. La désassimilation s'y fait, à quelques variantes près, comme dans les cellules hépatiques. L'analogie se poursuit exactement, car on remarquera que, si partout il ne se fait pas du glycogène et du sucre à côté de l'urée, partout les corps gras se forment, dans l'économie, et ces graisses répondent aux hydrates de

carbone dont elles dérivent le plus souvent par perte d'acide carbonique, en vertu d'un phénomène fermentatif.

» A l'exception de l'urée et des corps azotés correspondants directement éliminés par les urines, ces *produits* de la désintégration directe des albuminoïdes des protoplasmas (glycogène, sucres, graisses) sont ensuite soumis à l'oxydation. Dans les muscles, les hydrates de carbone et les graisses se détruisent par fermentation et oxydation. Les acides gras passent dans le sang et s'y brûlent par degrés successifs. Mais on peut dire que cette seconde phase de la désassimilation, phase essentiellement oxydante, n'atteint que les *produits* dérivés de l'activité directe du protoplasma ou leurs similaires fournis par l'alimentation, et se passe à la périphérie, pour ainsi dire, de la cellule, et non dans sa partie essentiellement active, protoplasmatique, presque partout réductrice.

» Aussi n'ai-je pas hésité à affirmer que dans le foie, et d'autres organes encore, ce dédoublement fermentatif et anaérobie des albuminoïdes doit être accompagné non seulement de la formation de composés très réducteurs, très toxiques (toxines, matières extractives, ptomaïnes, matières colorantes), ce que l'expérience démontre, mais encore de la production d'hydrogène libre. Or M. Gréhant vient d'annoncer, en effet, que dans ses analyses des gaz du sang normal des animaux, il retrouve toujours une certaine quantité d'hydrogène libre, qu'on avait jusqu'ici confondu avec l'azote. »

Observations sur les remarques de M. Arm. Gautier; par M. A. Chauveau.

« Dans les observations qui ont accompagné la présentation de la Note de M. Kaufmann sur le siège de la formation de l'urée, je me suis gardé d'émettre aucune idée théorique relativement au mécanisme de cette formation. Il est vrai que, dans mon opuscule sur *La vie et l'énergie chez l'animal*, je montre que l'urée peut provenir exclusivement d'un processus d'oxydation directe des albuminoïdes, avec ou sans formation de graisses et d'hydrates de carbone. Mais ce n'est là qu'un point très circonscrit dans l'exposition du sujet qui fait l'objet de mon travail, une sorte d'épisode, que je n'ai pas développé, et pour cause. J'estime, en effet, et je le dis à diverses reprises, que nous manquons de documents expérimentaux suffisamment exacts pour nous prononcer *hic et nunc* sur la nature des pro-

cessus intimes qui accompagnent les transformations de l'énergie dans la profondeur des tissus.

» Je n'ai donc pas nié la possibilité de la formation de l'urée par un processus double d'hydratation et de dédoublement. La formule qui en a été donnée par M. A. Gautier est même reproduite dans mon opuscule. Du reste, j'insiste en divers endroits sur d'autres phénomènes de dédoublement ou d'hydratation dont je m'applique moi-même à démontrer la réalité et que je donne comme des types de phénomènes anaérobies.

» Ce que j'ai affirmé très nettement, c'est, d'une part, que les manifestations propres du métabolisme énergétique inhérent au travail physiologique lui-même doivent être étudiées sur l'animal en état d'abstinence, si l'on veut être renseigné exactement sur la nature et la valeur de ces manifestations; d'autre part, qu'elles se présentent alors comme des actes essentiellement aérobies. Entendons-nous, elles se présentent ainsi quand on les étudie dans leur ensemble, avec les bilans d'entrée et de sortie qui nous font connaître le poids du potentiel disparu, l'oxygène absorbé, l'acide carbonique excrété par le poumon, les excreta azotés rendus par les voies urinaires, la chaleur produite.

» Dans ces bilans, l'oxygène employé aux combustions organiques est à l'acide carbonique produit par ces combustions dans un rapport tel, qu'il faut bien admettre que ce ne sont pas seulement les graisses mais encore les albuminoïdes résorbés qui ont été oxydés directement par l'oxygène. Tout au moins cela semble-t-il vrai pour la plus grande partie de ces albuminoïdes.

» Qu'il y en ait qui échappent à cette action directe de l'oxygène et qui donnent naissance aux produits de la vie anaérobienne dont nous devons la connaissance à M. Armand Gautier, encore une fois, c'est ce que je n'ai jamais nié nulle part. Il s'agit là d'une question particulière que je n'avais pas à comprendre dans l'examen du sujet général auquel je me suis attaché exclusivement : l'utilisation de l'énergie par le travail physiologique.

» Je suis tout disposé à admettre que ces phénomènes anaérobiens donnent naissance à une petite partie de l'acide carbonique rendu par les poumons. Mais les caractères du quotient respiratoire nous enseignent que les actes du chimisme énergétique sont par-dessus tout des combustions directes.

» Je pourrais ajouter que l'urée en provenance directe des albuminoïdes alimentaires ne saurait également se produire autrement que comme

un processus d'oxydation directe, étant donnée la marche qu'un excès d'alimentation animale imprime aux courbes de l'excrétion azotée, de la consommation d'oxygène, de l'exhalaison de l'acide carbonique et de la thermogénèse.

» Voilà ce qui est révélé par l'étude d'ensemble du métabolisme énergétique. Mais il est possible que ces conclusions soient modifiées par le résultat des études portant immédiatement sur les travaux intimes de l'organisme : je le répète souvent dans mon exposition de principes. Depuis longtemps, mon attention et mes recherches se sont portées sur les actes de transformation de l'énergie que ces travaux intimes entraînent avec eux. Je continue ces recherches *dans les conditions normales* où ces travaux s'accomplissent. Il me sera donné, j'espère, de communiquer bientôt à l'Académie quelques-uns des résultats obtenus dans ces recherches. Ces résultats n'auront rien de commun avec les faits qui ont été invoqués par mon très savant Confrère. Je ne crois pas que ces faits, au moins ceux qui sont d'ores et déjà bien établis, soient de nature à éclairer la question en litige, parce qu'ils se prêtent à des interprétations diverses. »

M. **Berthelot** fait observer que la production de l'urée dans l'économie, quel qu'en soit le mécanisme, équivaut à une formation d'acide carbonique et d'ammoniaque, l'urée se changeant en ces corps par simple hydratation. L'ammoniaque, génératrice de l'urée, ne pourrait d'ailleurs dériver en principe d'une réduction ; attendu que tous les composés azotés de l'économie humaine, connus jusqu'à ce jour, amides, alcalis ou alcalamides, dérivent en définitive de l'ammoniaque par déshydratation : jusqu'à présent on n'a observé ni dérivés nitriques ou nitreux, ni dérivés de l'hydroxylamine ou de l'hydrazine. Dès lors, la production de l'urée dans l'économie se rattache nécessairement aux mêmes processus chimiques que celle de l'acide carbonique.

A la vérité, ce dernier corps ne se produit pas seulement par la réaction immédiate de l'oxygène libre, mais aussi par certaines fermentations susceptibles de se développer dans des cellules non pénétrées d'oxygène, ainsi que l'indique avec raison M. Gautier. Mais, sans examiner si ces fermentations ont lieu pendant le jeu régulier des fonctions physiologiques, on ne saurait douter que le cycle total des réactions qui aboutissent à l'urée et à l'acide carbonique, dans un être vivant, ramené chaque jour à son état normal par le jeu combiné de la nutrition, de la respiration et

des sécrétions, et au sein d'organes traversés incessamment par un sang chargé d'oxygène, est essentiellement un cycle d'oxydation, et même d'oxydation presque complète.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les fossiles recueillis à Montsaunès par M.* Harlé. Note de M. **Albert Gaudry**.

« Dans l'avant-dernière séance, j'ai eu l'honneur de présenter une Note de M. Harlé sur un gisement des Pyrénées où ce savant ingénieur avait trouvé une mandibule de Singe qui a des ressemblances avec celle d'un très petit magot. J'ai dit que les dernières découvertes de M. Harlé à Montsaunès indiquent une phase tempérée —, chaude des temps quaternaires qui formait un contraste avec la phase glaciaire pendant laquelle les Éléphants poilus, les Rhinocéros laineux et les Rennes ont habité notre pays. J'ai ajouté qu'il était curieux de signaler un Singe quaternaire dans les Pyrénées où l'on rencontre les débris de grandes troupes de Rennes.

» M. Milne-Edwards a fait observer qu'un Singe ne suffisait point pour prouver qu'une région est chaude, parce qu'en Asie on a vu des Singes s'avancer dans des pays froids. Cette remarque est juste. Aussi j'ai prié M. Harlé de m'envoyer les pièces les plus caractéristiques provenant de ses dernières fouilles, et je les mets sous les yeux de l'Académie. Voici une dent d'un Rhinocéros qui certainement n'est pas le *Rhinoceros tichorinus* caractéristique de l'époque glaciaire, mais sans doute le *Rhinoceros Merckii*, espèce omnivore d'un climat chaud. Voici une molaire de lait d'un Éléphant qui ressemble moins à celle du Mammouth qu'à celle de l'*Elephas antiquus*. Voici des dents d'une Hyène qui n'est pas l'*Hyæna spelæa*, l'espèce habituelle de nos terrains quaternaires : c'est l'Hyène rayée d'Afrique. Voici des dents d'un Ours qui n'est pas l'*Ursus spelæus*, si commun dans nos grottes : c'est, je pense, l'*Ursus priscus;* il est notablement plus grand que nos Ours des Pyrénées et des Alpes et il a sa dernière arrière-molaire inférieure plus large en arrière; ses prémolaires sont les mêmes que dans notre espèce actuelle. En outre, M. Harlé n'a reconnu aucun débris de Renne parmi les nombreuses pièces de Cervidés qu'il a recueillies. Cet ensemble prouve que le Singe de Montsaunès a vécu lorsque le climat du midi de la France n'était pas froid; il appartient peut-être à l'époque

tempérée chaude où l'homme taillait des silex à Chelles en face du *Rhinoceros Merckii* et de l'*Elephas antiquus*. »

MÉDECINE. — *Note de M.* **Potain** *accompagnant la présentation d'un Ouvrage intitulé : « Clinique médicale de la Charité »*.

« J'ai l'honneur de présenter et d'offrir au nom de mes collaborateurs et au mien un livre qui vient d'être édité chez Masson sous le titre de *Clinique médicale de la Charité*.

» Il comprend, d'une part, une série de leçons recueillies et rédigées par mon chef de clinique le Dr Vaquez; de l'autre, une suite de Mémoires la plupart afférents aux sujets traités dans ces leçons, auxquelles ils servent de commentaire ou de démonstration. Ces Mémoires ont été rédigés, la plupart, d'après des études et observations faites soit dans les salles, soit dans les laboratoires de la Charité. Les uns sont de moi, les autres de mes assistants, MM. Vaquez, Teissier, Suchard, François-Franck. C'est en quelque sorte un livre de famille où chacun des membres du service a apporté sa part.

» M. Franck, il est vrai, n'appartient pas officiellement au service de la Charité. Mais il nous prête depuis longtemps un concours bénévole des plus précieux. C'est à son habileté expérimentale très exceptionnelle que nous avons recouru toutes les fois qu'une question de clinique semblait exiger l'assistance de quelque étude physiologique très délicate, et c'est grâce à ce concours que plus d'un problème difficile a pu trouver sa solution définitive.

» Le travail qu'il donne dans ce volume est une étude de l'action de la digitale. Ce travail repose sur un très grand nombre d'expérimentations extrêmement délicates et très précises. C'est un bel exemple du secours précieux que les études physiologiques peuvent apporter non seulement à la Médecine théorique et à la Pathogénie, mais encore à ce que la Médecine pratique a de plus directement applicable, c'est-à-dire à la Thérapeutique. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats pour une place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. le général *Favé*.

Cette Commission doit se composer de deux Membres pris dans les Sections de Sciences mathématiques, de deux Membres pris dans les Sections de Sciences physiques, de deux Membres libres et du Président en exercice.

Les Membres qui réunissent la majorité des suffrages sont :

Pour les Sciences mathématiques : MM. **Bertrand**, **Fizeau**.
Pour les Sciences physiques : MM. **Berthelot**, **Daubrée**.
Parmi les Académiciens libres : MM. **Larrey**, **Damour**.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doit être présentée à M. le Ministre du Commerce pour la chaire d'Agriculture, devenue vacante au Conservatoire des Arts et Métiers, par le décès de M. *Lecouteux*.

Au premier tour de scrutin, destiné au choix du premier candidat, M. Grandeau obtient la majorité absolue des suffrages.

Au second tour de scrutin, destiné au choix du second candidat, M. Schribaux obtient la majorité absolue des suffrages.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

En première ligne . . . . M. **Grandeau**.
En seconde ligne. . . . . M. **Schribaux**.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1894.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Janssen. — MM. Faye, Janssen, Tisserand, Wolf, Lœwy réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Callandreau et Cornu.

Prix Montyon (*Statistique*). — MM. Haton de la Goupillière, de Jonquières, Larrey, Bertrand, de Freycinet réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Brouardel et Poincaré.

Prix Jecker. — Commission permanente, composée des membres de la Section de Chimie : MM. Friedel, Troost, Schützenberger, Gautier, Moissan.

Prix Vaillant. — MM. Cornu, Mascart, Fizeau, Lippmann, Friedel réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Becquerel et Des Cloizeaux.

Prix Desmazières. — MM. Van Tieghem, Bornet, Duchartre, Chatin, Trécul réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Duclaux et Pasteur.

Prix Montagne. — MM. Van Tieghem, Duchartre, Bornet, Chatin, Trécul réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chauveau et Girard.

MÉMOIRES LUS.

Mgr **Rougerie** donne lecture d'un Mémoire « sur l'*Anémogène* ou producteur de courants semblables à ceux de l'atmosphère et sur le *Globe marin*, globe producteur de courants semblables aux courants des mers ».

(Commissaires : MM. Daubrée, d'Abbadie, Janssen, Mascart, Bouquet de la Grye, Boussinesq, Guyou.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Ch. Tourneur soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif à un photomètre et à un colorimètre.

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart.)

M. F. Prevost Sansac de Touchimbert adresse une Note « sur des relations entre les courants supérieurs de l'atmosphère et les mouvements de l'aiguille aimantée ».

(Commissaires : MM. Faye, Mascart.)

CORRESPONDANCE.

M. Ch. Lauth, M. F. de Romilly, M. Ad. Carnot prient l'Académie de vouloir bien les comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre laissée vacante par le décès de M. le général *Favé*.

(Renvoi à la Commission.)

M. le Secrétaire perpétuel informe l'Académie de la perte que la Science vient d'éprouver en la personne de M. *Laureano Calderon*, professeur de Chimie biologique à l'Université de Madrid.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur les mouvements de roulement.* Note de M. Hadamard, présentée par M. Appell.

« Au point de vue de la Mécanique analytique, l'étude des mouvements de roulement rentre, ainsi que l'a remarqué C. Neumann, dans une classe particulière de problèmes, ceux où les paramètres $q_1, q_2, \ldots, q_{m+p}$ qui définissent la position du système sont liés, non par des équations en termes finis, mais par p équations linéaires aux différentielles totales E_h $(h = 1, 2, \ldots, p)$ *non intégrables*. On sait, d'ailleurs, que la mise en équa-

tion de pareils problèmes relève, au fond, des méthodes ordinaires : ayant formé l'expression $Q_1 \delta q_1 + \ldots + Q_{m+p} \delta q_{m+p}$, dans laquelle

$$Q_i = \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial q'_i}\right) - \frac{\partial T}{\partial q_i},$$

on écrit qu'elle est nulle, non pour tout système de valeurs des δ, mais seulement pour ceux qui satisfont aux équations E. Mais le raisonnement employé suppose essentiellement que l'on a calculé l'expression de la demi-force vive T *comme si les* $m+p$ *paramètres étaient indépendants* et sans faire intervenir les conditions de liaison.

» Malgré cela, il existe dans beaucoup de cas certaines combinaisons linéaires C des équations E dont on peut se servir, *avant toute différentiation,* pour simplifier la fonction T. On trouve de pareilles combinaisons lorsqu'on a, par exemple, quatre paramètres liés par deux équations $E(m=2, p=2)$, et, en général, toutes les fois que p est supérieur à $\frac{m(m-1)}{2}$. Leur nombre est, en général, $p - \frac{m(m-1)}{2}$, mais il peut augmenter pour des formes particulières des équations E. Elles peuvent être caractérisées de la façon suivante : Prenant un système déterminé quelconque de valeurs des q_i, représenté par un point P de l'espace à $m+p$ dimensions, considérons une multiplicité m^{uple} passant par ce point et dont l'hyperplan tangent est fourni par les équations E : les conditions qui exprimeraient que C est une différentielle exacte sur cette hypersurface sont vérifiées au point P.

» Un exemple simple est celui de deux surfaces roulant l'une sur l'autre sans glissement ni pivotement, ce qui se traduit par trois équations différentielles E entre cinq paramètres. Les considérations que nous venons d'indiquer conduisent à cette conclusion que l'on peut se servir, avant toute différentiation, des deux équations qui expriment l'absence de glissement. On peut même utiliser également celle qui exprime l'absence de pivotement, si les deux surfaces roulantes sont à courbure constante et égale. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'agglomération des matières explosives.* Note de M. **P. Vieille**, présentée par M. Sarrau.

« Nous avons montré, dans une précédente Communication, que, parmi les poudres balistiques usuelles, les poudres colloïdales modernes présen-

taient seules le mode de combustion par surfaces parallèles sous les pressions élevées réalisées dans le tir des bouches à feu, tandis que les poudres du type de la poudre noire présentaient un mode de désagrégation qui rendait illusoire tout calcul fondé sur la valeur des dimensions primitives des grains.

» Ces modes de fonctionnement si différents ne sont pas liés à la nature chimique des poudres; ils caractérisent des degrés d'agglomération qu'il est possible d'obtenir sur toute matière explosive lorsqu'on fait varier d'une façon continue le rapprochement des particules composantes.

» Les matières du type de la poudre noire, réduites à l'état de poussier ou de grains, se prêtent facilement à cette étude. On les agglomère par compression à sec dans un moule en acier sous forme de pastilles de densité et d'épaisseur connues, et l'on mesure la durée de leur combustion en vase clos dans des conditions de chargement assurant la production des pressions normales du tir. On distingue ainsi quatre périodes de compression auxquelles correspondent des modes de combustion très différents.

» Dans la première période, relative aux compressions les plus faibles, la durée de combustion de la matière comprimée ne diffère pas de celle des éléments juxtaposés qui la constituent : *cette durée est, par suite, indépendante de l'épaisseur*. On reconnaît ainsi que des matières présentant déjà une compacité et une solidité considérables laissent subsister dans leur masse un réseau d'interstices qui assure l'inflammation des particules composantes dans un temps négligeable par rapport à la durée de combustion propre des grains à partir du moment où les pressions deviennent de l'ordre d'une centaine d'atmosphères.

» Dans la deuxième période de compression, la durée de combustion s'élève progressivement avec la densité des matières jusqu'à des valeurs atteignant quatre ou cinq fois celle qui correspond au grain ou poussier élémentaire et *cette durée reste cependant sensiblement indépendante de l'épaisseur de la matière agglomérée*. On doit donc admettre que, dans cette deuxième période de compression, les interstices se réduisent par une sorte d'enchevêtrement des grains dont les surfaces de contact s'épousent d'une façon de plus en plus complète, tout en laissant subsister dans la masse un système régulier de canaux de dimensions suffisantes pour assurer l'inflammation sans retard sensible. Mais ce nouveau système d'interstices, au lieu de limiter en moyenne chaque grain élémentaire comme dans la pre-

mière période de compression, limite un noyau polyédrique formé par l'agglomération partielle de plusieurs grains. On retrouve donc ici un exemple très net de cette constitution périodique ou cellulaire qui paraît appartenir à un grand nombre de substances que l'on serait tenté de regarder comme continues.

» C'est ce type de matières qui constitue normalement les poudres noires ou brunes actuellement utilisées par l'artillerie.

» La troisième phase de compression est caractérisée par une variation extrêmement rapide de la durée de combustion avec la densité, et en même temps on voit apparaître et s'accentuer de plus en plus l'influence de l'épaisseur. Ce type de matières s'introduit parfois dans les fabrications, lorsqu'on demande à la compression un ralentissement excessif de la durée de combustion du grain élémentaire, mais l'extrême irrégularité des produits ne permet pas d'admettre ce type de poudre comme normal. Ce mode de fonctionnement et ces irrégularités s'expliquent si l'on remarque que, sous des compressions croissantes, le nombre des interstices capables d'assurer l'inflammation rapide se réduit assez pour que les dimensions des noyaux qu'ils limitent deviennent de l'ordre des dimensions du grain moulé.

» Enfin, dans la quatrième phase de compression, les matières devenues presque compactes présentent des durées de combustion proportionnelles aux épaisseurs, qui ne varient plus par l'accroissement de la densité qu'avec une grande lenteur.

» Le mode de combustion par surfaces parallèles apparaît donc comme un fonctionnement limite, et la vitesse de combustion correspondante, sensiblement indépendante de la densité, est une caractéristique de l'explosif considéré.

» Dans le Tableau suivant nous avons réuni les *vitesses moyennes* de combustion obtenues sur diverses matières brûlant sous des pressions croissant de 100^{kg} à 2500^{kg} environ par centimètre carré. Toutes ces matières, sauf les matières colloïdales, préalablement pulvérisées et tamisées à la gaze de soie ont été agglomérées à sec sous une pression reconnue suffisante pour assurer le mode de combustion par surfaces parallèles. Les charges étaient constituées par des plaques ou pastilles d'épaisseur variable, de grand aplatissement, satisfaisant sensiblement à la similitude géométrique et l'on vérifiait la proportionnalité des durées de combustion aux épaisseurs.

	Nature des explosifs.	Dosage.			Densité des matières compactes.	Vitesses de combustion limites en centimètres par seconde.
Poudres noires ou brunes.	Poudre de mine	62	20	18	Supérieures à 1,900.	cm 5,09
	Poudre brune française	78	3	19		4,45
	Poudre brune allemande RWP.	78	3	19		5,70
	Poudre noire $\frac{26}{34}$ française	75	10	15		8,50
	Poudre de chasse ordinaire française	78	10	12		9,48
	Poudre de chasse à grande trituration	78	10	12		13,74
Poudres colloïdales.	Type allemand, au coton-poudre pur				Densités voisines de 1,600.	5,89
	Type anglais. Cordite à base de nitroglycérine					20,49
	Type BN industriel français à base de nitrates					7,58
	Ballistites Nobel					20cm à 40cm suivant les échantillons.
Explosifs divers.	Nitromannite				1,765	23,3
	Diphénylamine hexanitrée				1,620	6,19
	Acide picrique				1,708	5,32

» L'examen de ces nombres conduit à diverses remarques.

» 1° Les vitesses de combustion des matières de poudre noire compactes sont de même ordre que celles des poudres colloïdales à base de coton-poudre pur ou nitraté et très inférieures à celles des poudres colloïdales à base de nitroglycérine. Il est donc bien évident que les poudres noires usuelles dont les dimensions sont de cinq à dix fois supérieures à celles des poudres colloïdales qu'on est conduit à leur substituer, à égalité d'effets balistiques, ne fonctionnent pas comme compactes et nous retrouvons ainsi la confirmation du mode de désagrégation mis en évidence par une autre méthode.

» 2° Parmi les poudres noires du même type, les vitesses de combustion présentent des variations importantes avec le degré de trituration des éléments et la nature des charbons. Cette particularité rend compte des facilités spéciales que présente dans la production des poudres lentes l'emploi des matières brunes où le charbon proprement dit est remplacé par des bois faiblement carbonisés. »

OPTIQUE. — *Sur la variation du pouvoir rotatoire sous l'influence de la température.* Note de M. **A. Le Bel**, présentée par M. Arm. Gautier.

« L'action que la température exerce sur la rotation du plan de polarisation est très faible en général; toutefois M. Pictet a, le premier, signalé les variations considérables qu'éprouvent les tartrates d'éthyle et de méthyle. Plus récemment, M. Colson observait des faits analogues pour l'éther amylique et les oxydes mixtes que le radical amyle forme avec les autres radicaux de la série grasse; il a annoncé que l'éther amylisobutylique aurait même la faculté de devenir lévogyre sous l'influence d'un froid de — 40°; et ce phénomène serait, d'après l'auteur, absolument en contradiction avec les théories de M. Guye. Or la formule pratique donnée par ce dernier savant pour le changement de signe étant établie dans l'hypothèse que les liaisons monovalentes sont mobiles, je me trouve particulièrement à l'aise pour ne pas adopter cette hypothèse par la raison que, d'après mes observations sur les pouvoirs rotatoires de certains dérivés chlorés actifs, j'avais déjà conclu que les liaisons monovalentes paraissaient quelquefois perdre leur mobilité, selon les idées professées par M. Wislicenus. L'explication la plus simple du fait des variations de pouvoir serait que la liaison est relativement fixe à froid et devient mobile à des températures plus élevées où justement l'on observe que les pouvoirs rotatoires tendent à devenir constants, ce qui semble indiquer que la mobilité parfaite est alors atteinte.

» Quant à ce qui se passe à froid, la théorie ne nous donne aucune indication, attendu que nous ne savons pas actuellement dans quelle position se fixent les radicaux monovalents; je n'avais donc aucune raison théorique pour ne pas admettre la possibilité d'un changement de signe. Par contre, au point de vue pratique, il était bien étonnant de voir un éther de la série amylique se conduire autrement que ses homologues; je connaissais aussi par expérience l'énorme difficulté qu'on éprouve à préparer, par l'amylate de soude et les iodures, des éthers exempts d'alcool amylique; j'ai pensé, comme M. Aignan, que cet alcool avait pu troubler en partie l'observation de M. Colson.

» J'ai tourné cette difficulté en employant l'alcool isobutylique sodé et le chlorure d'amyle. J'ai ainsi obtenu un éther qui ne pouvait contenir que l'alcool isobutylique inactif, du reste plus facile à séparer, puisqu'il bout

plus bas que l'amylique. Cet éther a fourni pour 20^{cm} les rotations suivantes :

$$+1^{\circ}28' \text{ à } 65^{\circ}; \quad +1^{\circ}13' \text{ à } 15^{\circ}; \quad +34' \text{ à } -42^{\circ}.$$

» Les variations du lactate de méthyle sont tout à fait analogues : j'ai observé pour 5^{cm}

$$-4^{\circ}47' \text{ à } 100^{\circ}; \quad -4^{\circ}2' \text{ à } 15^{\circ}; \quad -2^{\circ}41' \text{ à } -23^{\circ}.$$

» Tous les corps à pouvoir rotatoire variable actuellement connus sont des éthers simples, c'est-à-dire des corps où le carbone asymétrique n'est uni qu'à un seul radical renfermant un atome d'oxygène lié à un autre radical; si au contraire le carbone asymétrique est uni à deux radicaux de constitution semblable, les variations de pouvoir deviennent presque nulles. Ainsi j'ai observé que le tartrate de méthyle qui varie beaucoup a un pouvoir presque invariable lorsqu'on le transforme en valeryltartrate de méthyle (j'ai mesuré pour 5^{cm} $-8^{\circ}50'$ à 16° et -8° à -23°). Les éthers tétrasubstitués de l'acide tartrique observés par M. Freundler ne varient pas non plus entre 10° et 100°.

» Il semble donc que l'effet de deux radicaux de même nature se compense, que les liaisons soient mobiles ou non. On comprend ainsi que la série des éthers tartriques tétrasubstitués se comporte d'une façon aussi régulière.

» Mais, pour avoir le droit d'attribuer à des changements internes de la molécule les variations du pouvoir rotatoire, il était nécessaire de se rendre compte que ce phénomène n'est pas dû aux polymérisations moléculaires. M. Ramsay a bien voulu, à ma demande, examiner par sa méthode quelques substances actives, ce dont je suis très heureux de le remercier ici.

» Le propylglycol a été reconnu par lui quadruple à la température ordinaire et double seulement au-dessus de 100°; malgré cela, le pouvoir ne varie presque pas; dans ce cas particulier, la polymérisation semble donc sans influence.

» Le tartrate d'éthyle a été trouvé simple vers 100°. Malheureusement, son excessive viscosité a empêché d'observer le poids moléculaire à froid; il est probable cependant qu'il est polymérisé; j'ai observé que son pouvoir, qui est encore pour 5^{cm} de $+4^{\circ}, 16'$ à 19°, descend à $+32'$ à -23°.

» Au contraire, pour l'éther isobutylamylique dont je parlais plus haut, M. Ramsay a trouvé le poids moléculaire théorique entre -23° et

+ 125°; les variations que M. Colson et moi avons observées dans le pouvoir de ce corps sont donc bien dues à des causes internes.

» Ces faits ne s'expliquent convenablement qu'en supposant que les liaisons monovalentes peuvent s'immobiliser quelquefois quand la température baisse; la molécule subirait alors comme une sorte de congélation interne. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la capacité électrique du mercure et les capacités de polarisation en général.* Note de M. **E. Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« 1. En s'appuyant sur les principes de la Thermodynamique, M. Lippmann [1] a relié la notion des capacités de polarisation aux phénomènes électro-capillaires. Il admet que le phénomène de la polarisation du mercure, au contact d'un électrolyte, est réversible et, sans le secours d'aucune autre hypothèse, il démontre que *la capacité de l'unité de surface du mercure, à surface constante, est égale à la dérivée seconde changée de signe* $-\frac{\partial^2 A}{\partial e^2}$ *de la tension superficielle A par rapport à la force électromotrice de polarisation e de l'électrode.* M. Lippmann [2] a d'ailleurs calculé cette dérivée seconde d'après ses expériences sur le mercure en contact avec l'eau acidulée au dixième, et reconnu que, dans des limites très larges, on peut la considérer comme indépendante de la force électromotrice de polarisation.

» 2. D'autre part, il résulte des expériences de M. Blondlot [3] et des miennes propres [4], que les capacités apparentes de charge du platine dans les divers électrolytes *rapportées même à une durée nulle* croissent rapidement avec la force électromotrice. J'ai montré [5] que cet accroisse-

---

(1) LIPPMANN, *Thèse de Doctorat*, 1875; *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. V, p. 507.

(2) LIPPMANN, *Comptes rendus*, t. XCV, p. 686.

(3) BLONDLOT, *Thèse de Doctorat*, 1882; *Journal de Physique*, 1re série, t. X, p. 277, 333 et 434.

(4) Voir *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 223. La formule (4) donne, pour $t = 0$, $\frac{Q}{p} = \frac{C}{1-\gamma p C}$, rapidement croissante avec p.

(5) *Ibid.*

ment ne se retrouve pas dans les capacités efficaces pour produire la décharge dans un circuit extérieur et que le phénomène de la polarisation est irréversible, sauf pour des valeurs infiniment petites de la force électromotrice et du temps. Mes expériences tendent donc à prouver que, si l'on fait abstraction des phénomènes irréversibles, la capacité vraie du platine est indépendante de la force électromotrice de polarisation, comme la capacité théorique du mercure.

» 3. En ce qui concerne l'ordre de grandeur des capacités de polarisation, j'ai déduit, des expériences de M. Lippmann, une valeur de la capacité du mercure en contact avec l'eau acidulée égale à $28^{mf},55$ par centimètre carré. J'ai aussi effectué quelques mesures à l'aide d'un électromètre de forme spéciale, dans lequel je laisse la dépression se produire au lieu de la compenser par la pression et, malgré la différence des conditions expérimentales, je trouve la capacité constante de $0^{da},05$ à 1^{da} et égale en moyenne à $27^{mf},8$ par centimètre carré.

» Une expérience avec de l'eau acidulée à $0^{éq},005$ par litre m'a donné une valeur normale de A très différente (354 dynes par centimètre au lieu de 295), mais une valeur $26^{mf},7$ de la capacité presque identique. L'eau distillée donne une capacité nettement plus faible ($19^{mf},5$ environ).

» 4. Les expériences les plus régulières et les plus complètes que j'aie réalisées avec le platine se rapportent à des dissolutions diversement concentrées d'azotate de soude. Voici les valeurs des capacités initiales que j'ai obtenues pour des températures comprises entre 21° et 25° :

Nombres d'équivalents par litre.	Capacité en microfarads par centimètre carré.
2	17,72
0,2	18,25
0,02	17,53
0,002	13,62
0,0004	9,48
0,0001	9,32
Eau distillée	8,27

» On voit que l'ordre de grandeur des capacités, le signe et la loi générale de leur variation d'un électrolyte concentré à l'eau distillée, sont tout à fait comparables pour le platine (valeurs directes) et pour le mercure (valeurs théoriques déduites des phénomènes électro-capillaires). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le partage de la décharge d'un condensateur entre deux conducteurs dérivés dont l'un présente une interruption.* Note de M. R. Swyngedauw, présentée par M. Lippmann.

« On sait que, dans ce cas, quand une étincelle éclate à l'interruption, la charge passe dans les deux conducteurs. Pour une valeur suffisamment grande du coefficient de self-induction de la dérivation continue, on admet, depuis les expériences de M. Lodge sur les décharges latérales des bouteilles de Leyde, que la plus grande partie de la charge est dans l'étincelle.

» Par contre, M. Bjerknès (¹) admet que la couche d'air de l'interruption offre une résistance assez grande à la décharge.

» C'est ce qui m'a conduit à mesurer directement les charges qui traversent les conducteurs.

» L'appareil employé se compose d'une batterie de deux bouteilles de Leyde chargée par une machine de Holtz. Le conducteur qui réunit les deux armatures présente : 1° un interrupteur à boules I_1 ; 2° une bobine T traversée par la charge totale Q_T ; 3° une bifurcation dont l'une des branches est une bobine D traversée par une quantité d'électricité Q_D ; l'autre branche est un interrupteur I_2 à pointes de platine noyées dans un isolant et dont on a découvert les extrémités au moyen d'un trait de lime.

» Les bobines T et D sont presque identiques; je les ai construites en gros fil de cuivre entouré de gutta ou de coton, en isolant les spires au moyen d'une couche de paraffine.

» Je me suis assuré : 1° que pendant la décharge il n'éclatait pas d'étincelles entre deux spires voisines; 2° que pour des distances explosives I_1 et I_2 invariables chaque bobine donnait toujours la même impulsion au galvanomètre balistique.

» Les bobines T et D peuvent être placées simultanément ou séparément sur le support d'un galvanomètre Wiedemann-d'Arsonval, dont on a enlevé l'aimant directeur et l'amortisseur. On lit les déviations sur une échelle divisée en millimètres placée à $1^m,20$ du miroir.

» Pour faire une expérience, on tourne la machine de Holtz, on sépare les pôles, le condensateur se charge.

(¹) Bjerknes, *Ueber die Dämpfung schneller electrischer Schwingungen* (*Wied. Ann.*, t. XLIV, 1891, p. 83).

» Lorsque la différence de potentiel des armatures est suffisante pour qu'une étincelle éclate en I_1, le condensateur se décharge, on note la déviation de l'aiguille et l'on ferme le conducteur de la machine.

» En mettant séparément les bobines T ou D au galvanomètre, on mesure la charge totale ou la charge qui traverse la bobine dérivée. Dans beaucoup d'expériences j'opère en outre par la méthode différentielle.

» J'ai fait plusieurs séries d'expériences avec des distances explosives différentes; voici quelques résultats :

» I. *Lorsqu'on laisse la distance explosive* I_1 *constante, la quantité d'électricité qui traverse la bobine dérivée croît d'une façon continue avec la distance explosive de l'interrupteur dérivé* I_2.

» Lorsque la distance explosive I_2 dépasse une certaine valeur δ, *la quantité d'électricité qui traverse la bobine dérivée est plus grande que la charge totale* (¹).

» Ainsi, si

$$I_2 < \delta, \quad Q_D < Q_T,$$
$$I_2 = \delta, \quad Q_D = Q_T,$$
$$I_2 > \delta, \quad Q_D > Q_T.$$

» II. La distance explosive δ de l'interrupteur dérivé pour laquelle $Q_D = Q_T$ est une fonction croissante de la distance explosive I_1.

» Voici quelques nombres tirés de deux séries d'expériences :

» 1° Bobine dérivée seule au galvanomètre :

$I_1 = 0^{cm},5$	I_2 :	0	$0^{cm},125$	$0^{cm},22$	$0^{cm},275$	$0^{cm},3$
	Impulsion :	inappréciable.	+8	+12	+16	+50

» Au-dessus de $I_2 = 0^{cm},3$, l'étincelle n'éclate plus à l'interrupteur dérivé, on obtient une impulsion constante de 12 divisions à chaque étincelle en I_1.

» 2° Galvanomètre différentiel en équilibre quand la même charge traverse les 2 bobines.

$I_1 = 0^{cm},75$	I_2 :	0	$0^{cm},2$	$0^{cm},35$	$0^{cm},5$	$0^{cm},625$
	Impulsions :	+16	+8	0	−13	−180

» Au-dessus de $I_2 = 0^{cm},625$, l'étincelle n'éclate plus en I_2; le galvanomètre reste au zéro pendant la décharge.

(¹) Edlund avait signalé ce fait en 1868 [*Experimenteller Beweis dass der elektrische Funke electromotorisch ist.* (*Pogg. Ann.*, t. CXXXIV, p. 337)]. — *Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. XV, p. 481.

» Ainsi pour

$$I_1 = 0^{cm},5, \quad \delta = 0^{cm},22,$$
$$I_1 = 0^{cm},75, \quad \delta = 0^{cm},35.$$

» Pour $I_1 = 0^{cm},75$ et $I_2 = 0^{cm},625$, la quantité d'électricité qui traverse la bobine dérivée *est plus de* 10 *fois plus grande que la charge totale.*

» On pouvait se demander si cette exagération paradoxale de la décharge dérivée n'était pas due à la dissymétrie de l'interrupteur dérivé, ce dernier jouant alors le rôle de soupape électrique pour les courants oscillatoires de la décharge en offrant au courant un passage plus facile dans un sens que dans un autre. On peut discuter cette manière de voir en intervertissant le sens des courants dans la dérivation interrompue, sans changer la valeur absolue de la charge de la batterie.

» Quels que soient le sens des courants dans la bobine totale et le sens de la décharge dans l'interrupteur dérivé, le phénomène présente exactement la même allure (¹), *on observe toujours la multiplication de la décharge dérivée* (²). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éthylacétylacétate de sodium.* Note de M. DE FORCRAND.

« Peu de formules de constitution ont été aussi discutées que celle de l'acide éthylacétylacétique. Les trois hypothèses suivantes ont été successivement proposées :

CH^3	CH^3	CH^3
|	|	|
CO	C-OH	CO
|	‖	|
CH^2	CH	CH
|	|	|
$CO-O-C^2H^5$	$CO-O-C^2H^5$	$C\langle^{O-C^2H^5}_{OH}$

» J'ai pensé que l'étude thermique de son dérivé sodé apporterait un argument nouveau. Si, en effet, les alcools tertiaires ont une valeur ther-

(¹) Quand on intervertit le sens dans lequel la décharge traverse l'interrupteur dérivé, il y a simplement une légère variation de la distance I_2, qui donne la même impulsion au galvanomètre ; cela tient à ce que la différence de potentiel nécessaire pour l'explosion n'est pas indépendante du sens de l'étincelle.

(²) Ce travail a été fait au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Lille.

mique de $+ 28^{Cal}$, les acétones doivent fournir un nombre certainement plus élevé, voisin de celui des aldéhydes et des phénols, c'est-à-dire environ $+ 40^{Cal}$. L'écart est assez grand pour faire penser que l'expérience mérite d'être tentée.

» J'ai employé comme matière première un acide purifié bouillant à 179°, 5-180°, 5 sous la pression de 760^{mm}; sa densité à + 15° était 1,027. Il est tout à fait incolore, mais la préparation de son sel de sodium présente de très grandes difficultés lorsqu'on veut l'avoir dans un état de pureté suffisant pour des recherches thermiques.

» D'abord tout essai de réaction directe du métal sur l'acide doit être écarté à cause de la formation de combinaisons contenant un excès d'acide qu'on ne peut chasser par la chaleur, le sel se décomposant déjà avant 100° et même pendant la dissolution.

» Pour des raisons analogues, je n'ai pu utiliser la méthode de Wislicenus (réaction directe avec la benzine comme dissolvant). Deux autres procédés donnent des résultats meilleurs.

» L'un, recommandé par Élion (¹), consiste à traiter à froid la solution éthérée de l'acide par un excès de soude bien sèche, pulvérisée et délayée dans l'éther anhydre. Le sel reste en solution dans l'éther qu'on élimine à froid. Il est bien exempt d'eau, mais contient constamment trop de métal. J'ai trouvé Na = 15,84 pour 100 au lieu de 15,13. Sa dissolution dans 4^{lit} d'eau a fourni $+ 2^{Cal},58$ et l'addition d'acide sulfurique à la liqueur $+ 7^{Cal},19$, nombres certainement beaucoup trop faibles d'après les données que j'ai obtenues précédemment.

» L'autre procédé, imaginé par Gevekoht (²), consiste à dissoudre le sodium dans la quantité calculée d'acide additionné de cinq fois son poids d'éther ordinaire anhydre. Le sel est encore anhydre, mais contient aussi un excès du métal. J'ai trouvé Na = 15,56 pour 100 de sodium, au lieu de 15,13. Il se dissout dans l'eau en dégageant $+ 2^{Cal},71$ et l'addition d'acide sulfurique pour déplacer l'acide organique fournit $+ 7^{Cal},39$. Ces nombres sont trop faibles, comme on le verra plus loin.

» En résumé, ces méthodes fournissent des sels anhydres, mais qui retiennent toujours soit un peu d'acide en excès, soit d'autres sels de sodium.

» Aussi j'ai eu recours au procédé publié par G.-H.-V. Harrow (³), qui

(¹) *Rec. des trav. chim. des Pays-Bas*, t. III, p. 231.
(²) *Berichte*, t. XV, p. 2084.
(³) *Ann. Liebig*, t. CCI, p. 141.

fournit immédiatement un sel pur, par précipitation à froid; il est hydraté; j'espérais pouvoir le déshydrater à froid et je n'y ai réussi qu'en partie.

» On dissout 10 parties de sodium dans 100 parties d'alcool éthylique absolu; on ajoute à la liqueur son volume d'éther anhydre, puis, en agitant, 56,5 parties d'acide étendu de son poids d'éther anhydre. Le liquide reste limpide, le sel anhydre étant soluble dans le mélange alcool éther. On le précipite à l'état hydraté en ajoutant 8 à 10 parties d'eau ([1]).

» Le sel est blanc si l'acide employé était incolore, il forme un hydrate cristallisé qu'on sépare complètement de l'éther et de l'alcool en l'étalant sur des plaques poreuses sous une cloche. Il donne à l'analyse Na = 13,33 pour 100, tandis que le sel anhydre contient 15,13 pour 100 et l'hydrate $C^6H^9NaO^3, H^2O$: 13,53 pour 100. Cet hydrate avait déjà été signalé par Elion.

» Sa formation nécessite l'addition à la liqueur alcoolique éthérée d'une dose d'eau au moins égale à $7^{gr},82$ pour les quantités indiquées de sodium et d'acide (10^{gr} et $56^{gr},5$). Le rendement est presque théorique.

» Cet hydrate ne s'effleurit pas à la température et dans les conditions ordinaires.

» Cependant, en l'abandonnant sous des cloches dans le vide, en présence d'anhydride phosphorique, il perd peu à peu de l'eau. Au bout d'un mois, et en changeant plusieurs fois l'anhydride et pulvérisant de nouveau les cristaux, j'ai trouvé Na = 14,09 pour 100, ce qui indique une perte de $\frac{4}{18}$ de H^2O. Après un autre mois, j'ai obtenu Na = 14,27 pour 100, ce qui correspond à une nouvelle perte de $\frac{1}{9}$ de H^2O.

» Je n'ai pas prolongé plus longtemps la déshydratation qui serait très lente pour être à peu près complète. Déjà l'hydrate obtenu ne contenait plus que $\frac{1}{2}H^2O$, ce qui montre que la molécule d'eau primitive ne fait pas partie de la formule de constitution du sel.

» Les chaleurs de dissolution des trois produits ainsi préparés sont, à $+12°$, et pour 4^{lit} d'eau,

	Cal
$C^6H^9NaO^3 + H^2O$	+ 0,20
$C^6H^9NaO^3 + \frac{14}{18}H^2O$	+ 1,76
$C^6H^9NaO^3 + \frac{1}{2}H^2O$	+ 2,38

» Le second nombre indique que l'addition de $\frac{7}{18}$ de H^2O au second produit dégage $+1^{Cal},56$, soit $+0^{Cal},45$ pour $\frac{2}{18}$.

([1]) Harrow indique *deux* parties d'eau. Je montrerai que cette quantité d'eau est beaucoup trop faible, car il en faut au moins 8 parties pour former l'hydrate insoluble, le sel anhydre restant dissous dans la liqueur.

» D'après ce résultat, le troisième nombre devrait être

$$+1,76+0,45=+2^{\text{Cal}},21.$$

De même ce troisième résultat donnerait, pour le second nombre, $+1^{\text{Cal}},90$ au lieu de $+1,76$ que l'on trouve directement. Les quantités obtenues sont donc sensiblement proportionnelles aux fractions de molécule d'eau ajoutées ou perdues. Il en résulte que les deux derniers produits ne sont pas des composés définis, mais des termes de passage quelconques de l'hydrate au sel anhydre.

» On peut donc dire que presque la moitié de H^2O (liquide) en se fixant sur le sel à $\frac{1}{2}H^2O$ dégage $+2^{\text{Cal}},095$ (en moyenne); la molécule entière (H^2O liquide) dégagerait $+4^{\text{Cal}},19$ en se portant sur le sel anhydre.

» On a donc :

$$C^6H^9NaO^3\text{ sol.}+H^2O\text{ liq.}=C^6H^9NaO^3,H^2O\text{ sol}\ldots\ldots\quad+4^{\text{Cal}},19$$

nombre tout à fait comparable à ceux que fournissent les hydrates salins à efflorescence faible.

» J'ai d'ailleurs vérifié que les deux hydrates partiellement déshydratés, après dissolution dans l'eau, donnent avec l'acide sulfurique étendu la même quantité de chaleur que l'hydrate non déshydraté; ils ne sont donc pas altérés.

» J'adopterai donc ce nombre $+4^{\text{Cal}},19$ pour la chaleur d'hydratation de l'éthylacétylacétate de sodium anhydre, et par suite $+4^{\text{Cal}},39$ pour sa chaleur de dissolution à $+12°$ dans 4 litres d'eau. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la recherche de l'abrastol dans les vins.* Note de M. L. **Briand**, présentée par M. Arm. Gautier.

« A 50^{cc} de vin placés dans une fiole d'un quart de litre, on ajoute 1^{cc} d'acide sulfurique pur, on agite, et l'on introduit dans le mélange 25^{gr} de bioxyde de plomb pur. Après cinq minutes d'agitation énergique, on jette sur un filtre mouillé d'eau. On recueille 40^{cc} du liquide qui filtre, et l'on y ajoute 1^{cc} de chloroforme : on agite pendant une minute environ et, si le vin renferme de l'abrastol, le chloroforme se charge d'une matière colorante jaune; le dissolvant demeure parfaitement incolore avec tous les vins naturels. Par évaporation du chloroforme, on obtient avec les vins

abrastolés un résidu jaune cristallisé qui, traité par quelques gouttes d'acide sulfurique, donne une magnifique coloration verte.

» La teinte jaune de la solution chloroformique est très nette dans un vin renfermant 0gr,01 d'abrastol par litre. Quant à la coloration verte obtenue par action de l'acide sulfurique sur le résidu, elle n'est bien manifeste que si le vin a été additionné de 0gr,02 d'abrastol par litre, dose bien inférieure à celle qu'il peut y avoir intérêt à employer [1]. »

ZOOLOGIE. — *Les Diptères parasites des Acridiens : les Bombylides. — Hypnodie larvaire et métamorphose avec stade d'activité et stade de repos.* Note de M. **Künckel d'Herculais**, présentée par M. Perrier.

« Pendant longtemps, les naturalistes, s'appuyant sur l'observation, admirent, comme une règle absolue, que les Coléoptères de la famille des Cantharidides, que les Diptères de la famille des Bombylides étaient parasites des Hyménoptères.

» Contrairement à cette règle, l'étude des mœurs des Cantharidides des genres *Epicauta*, aux États-Unis et en France (Riley, 1878; H. Beauregard, 1885), *Mylabris*, en Algérie et en Russie (Künckel, 1890; Portschinsky, 1894), démontre que les insectes de ces groupes, aux nombreuses espèces, accomplissent les premiers stades de leur existence dans les coques ovigères des Acridiens; les recherches sur la vie évolutive des Bombylides en Russie, en Asie Mineure, aux États-Unis, en Algérie, donnent la certitude que des représentants des genres *Systœchus* (Stepanof, 1870; Riley, 1880; Chimkievitch, 1883; Künckel, 1892), *Mulio* (Stepanof, 1879; Künckel, 1894), *Triodites* (Riley, 1880), *Anthrax* (Künckel, 1894) vivent dans les oothèques des Acridiens. Ainsi donc, de même que les Insectes Vésicants, les Bombylides présentent deux modes de parasitisme parallèles : leurs jeunes tantôt vivent des larves de certains Hyménoptères [2], tantôt dévorent les œufs des Acridiens.

» Au cours de la mission que j'ai remplie en Algérie, j'ai trouvé (1888, 1889, 1890) dans les coques ovigères du *Stauronotus Maroccanus*, Thunberg, des larves que j'avais reconnu devoir donner naissance à des Bom-

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Magnier de la Source.

(2) Et accidentellement, sans doute, des chenilles et chrysalides de Lépidoptères, d'après des observations qui demanderaient à être reprises.

bylides ([1]). Ce sont ces Diptères qui jouent le rôle le plus important dans la destruction des Acridiens à évolution lente, enfermant leurs œufs dans des coques ou oothèques; dans beaucoup de gisements, leurs larves ont débarrassé de leurs œufs 15, 20, 30, 50 et jusqu'à 80 pour 100 des coques ovigères. Il ressort d'observations méthodiques ce fait important, c'est que la proportion des parasites est bien plus considérable dans les gisements situés dans le Tell (38 pour 100 en moyenne) que dans ceux des Hauts-Plateaux (8 pour 100 en moyenne) ([2]).

» Cela permet de comprendre pourquoi le Tell est la *région subpermanente* et *temporaire* de séjour des Stauronotes marocains, pourquoi, au contraire, les Hauts-Plateaux sont la *région permanente* d'habitat de ces Acridiens.

» L'évolution des Bombylides est un champ d'études des plus intéressants. Une seule larve se développe dans une oothèque, dont elle épouse généralement la forme en s'incurvant du côté ventral. Sortie de l'œuf en août, par exemple, elle atteint en octobre le terme de son accroissement, passe l'hiver en *hypnodie* dans l'oothèque et éclôt l'été suivant.

» L'état d'*hypnodie* peut être prolongé comme chez les Vésicants. Dans des coques ovigères de *Stauronotus Maroccanus* recueillies à Aïn-M'Lila (département de Constantine) en 1886, ouvertes à l'automne de 1889, se trouvaient en parfait état des larves qui, par conséquent, avaient traversé trois hivers et trois étés sans perdre leur vitalité. Ces phénomènes sont exactement de même ordre que ceux offerts par les Coléoptères vésicants; seulement pour résister à toutes les causes de déperdition, notre larve de Diptère n'a pas besoin de s'enkyster à la façon des Cantharidides; la paroi de la coque ovigère qui la recèle joue identiquement le même rôle que l'enveloppe ou les enveloppes tégumentaires non rejetées par la mue des Insectes Vésicants; et l'on peut dire que pour elle l'oothèque de l'Acridien est une véritable *hypnothèque*.

» L'évolution retardée des larves parasites de Cantharidides, de Clérides et de Bombylides, entraînant des éclosions successives d'insectes adultes réparties sur plusieurs années, est évidemment en corrélation étroite avec

---

([1]) *Ann. Soc. Entom. de France*, 6e série, t. IX, 1889; *Bull.*, p. 7, 9 janvier 1889.

([2]) Sur 12000 coques recueillies dans la commune mixte de Tiaret, 3067 renfermaient des larves de Coléoptères Cantharidides (*Mylabris Schreibersi*, Reiche et Clérides) (*Trichodes Amnios* Fabricius, et *umbellatarum* Olivier) et, en majorité, des larves de Diptères Bombylides de diverses espèces.

les déplacements des Acridiens; ceux-ci, décimés, fuient leurs ennemis pour aller se reproduire au loin; ceux-là attendent leur retour pour assurer le sort de leur progéniture : ainsi s'établit un balancement régulier entre la multiplication des Acridiens et celle de leurs parasites oophages qui assure la perpétuité des espèces.

» Parmi les Bombylides, les *Anthrax* étaient regardés comme les ennemis particuliers des Hyménoptères, notamment des Osmies, des Chalicodomes; nous avons constaté qu'ils vivaient aussi aux dépens des Acridiens: la larve de l'*Anthrax fenestrata* Fallen habite en grand nombre les coques ovigères des *Ocnerodes* (Biskra) et des *Stauronotus* (R'hiras); elle diffère de celle des Bombyles proprement dits par des caractères propres; la nymphe présente, avec des dispositions spéciales, à la région céphalique l'armature de pointes, aux anneaux de l'abdomen les rangées de spinules, à l'extrémité du corps les épines caractéristiques de la famille des Bombylides (¹). J.-H. Fabre a cherché à suivre les actions de la nymphe de l'*Anthrax trifasciata* Maigen, parasite des Chalicodomes, mais il s'est placé dans des conditions expérimentales qui sont bien différentes de celles de la nature, il le reconnait lui-même, et obligent l'insecte à modifier ses procédés.

» Voici comment elle opère naturellement. Une nymphe qui s'est transformée dans une coque ovigère d'*Ocnerodes*, en forme de vase au col allongé, se prête particulièrement à l'observation. Le moment venu, secondée par les soies qu'elle porte sur les côtés du corps, elle grimpe le long des parois à la façon d'un ramoneur; lorsque sa tête vient heurter l'opercule de l'oothèque, elle s'arc-boute, et, solidement fixée par ses deux pointes terminales de l'abdomen, par ses huit rangées d'épines dorso-abdominales, elle imprime, à l'aide de ses muscles abaisseurs et releveurs du thorax, un très rapide mouvement de va-et-vient à sa région céphalo-thoracique; les deux pointes frontales entament d'abord l'obstacle, puis les quatre pointes oculaires et enfin les trois pointes de la face l'attaquent à leur tour; de faibles déplacements permettent aux outils d'arrondir l'orifice du trou de sortie. Expérimentalement, elle peut percer, en la pulvérisant, dans une feuille de papier, des trous elliptiques sans trace de bavures. Arrivée au jour, la nymphe perd complètement sa motilité et, quelques jours après, donne naissance à l'adulte.

(¹) J. Kunckel d'Herculais, *Les invasions des Acridiens,* vulgo *Sauterelles en Algérie,* Pl. I. Alger, 1893; *Parasites des Acridiens,* fig. 1 et 4 à 11.

» La métamorphose des Bombylides est donc partagée en deux stades: dans le premier, la nymphe qui succède à une larve mixte est *active*, aussi active que la nymphe d'un insecte à métamorphose incomplète; dans le second, elle est *inactive*, aussi inerte, plus inerte qu'une nymphe d'insecte à métamorphose complète. Les phénomènes d'histolyse et d'histogenèse qui accompagnent la métamorphose, au lieu de s'effectuer en une seule fois et d'une façon continue, s'arrêtent et reprennent ensuite après une interruption de quelques jours. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'appareil circulatoire du* Dreissensia polymorpha. Note de M. **Toureng**.

« Par les particularités de son système nerveux ([1]), le *Dreissensia polymorpha* s'écarte déjà anatomiquement du reste des *Mytilidés*. La considération de son appareil vasculaire artériel l'en éloigne davantage encore.

» Un caractère constant de la structure interne des Mytilidés ([2]), groupe très homogène quand on l'arrête aux seuls genres *Mytilus, Lithodomus* et *Modiola*, c'est l'absence complète d'aorte postérieure. Or une aorte postérieure existe chez le *Dreissensia*, présentant des rapports tels avec le rectum que le fait est sans précédent dans l'histoire des Lamellibranches ou Pélécypodes.

» A l'examen de l'animal, en effet, le système artériel ayant été préalablement injecté au moyen d'une masse colorée, l'aorte postérieure, de très fort calibre, apparaît sous le bourrelet dorsal du manteau. Par contre, le rectum ne se distingue plus. Une observation attentive le fait découvrir courant à l'intérieur de l'aorte dont il occupe la cavité, sauf un faible espace annulaire qui suffit au transport du sang vers la région postérieure.

» Sur une section transversale pratiquée dans le système des deux organes, se voient, entourant la paroi du tube digestif, deux parois limitantes du vaisseau sanguin, présentant chacune un double contour très

---

([1]) Toureng, *Sur le système nerveux du Dreissensia polymorpha* (*Comptes rendus*, 5 mars 1894).

([2]) Sabatier, *Anatomie de la Moule commune.* — Ménegaux, *Recherches sur la circulation des Lamellibranches marins.*

net, l'interne intimement unie à la paroi du rectum, l'externe entourée d'une couche de tissu conjonctif.

» Si l'on considère que, de loin en loin, s'observent, sur la ligne médiane, tant en dessus qu'en dessous, des tractus très fins reliant les deux parois de l'aorte, il y a lieu de penser que celle-ci, organe impair à l'observation superficielle, résulte en réalité de la confluence de deux vaisseaux latéraux; le développement considérable des rétracteurs du byssus les aurait refoulés autour du rectum au point d'en amener le contact par leurs bords marginaux supérieurs ou inférieurs où se serait effectuée la soudure, bientôt suivie de la résorption des cloisons de séparation.

» Parvenue au tiers antérieur du muscle adducteur des valves, l'aorte postérieure émet deux grosses branches, l'une à droite, l'autre à gauche, qui sont les *artères palléales postérieures*. Celles-ci rampent à la surface de l'adducteur et le vascularisent; arrivées à sa limite extrême, elles se forment en crosses tournées en dedans. Chacune d'elles se bifurque alors, et, des deux rameaux produits, l'un, récurrent, remonte vers le dos et suit l'une des faces du raphé palléal, pendant que l'autre irrigue le bord ventral du manteau. De sorte qu'en définitive l'aorte postérieure se trouve engendrer quatre artères palléales postérieures, deux dorsales et deux ventrales.

» Quant à l'aorte antérieure, débutant par un bulbe, elle poursuit sa course en avant, d'abord rectiligne, puis sinueuse; elle passe sur l'adducteur antérieur et, l'ayant contourné, se divise en deux branches qui suivent, d'avant en arrière, les bords du manteau : ce sont les deux *artères palléales antérieures*. Ces dernières, par leur union avec les artères palléales postérieures ventrales, forment les deux *circumpalléales*.

» Du bulbe aortique se détachent deux artères déliées, la *péricardique* et la *rectale*, et un gros tronc *gastro-intestinal*, récurrent.

» De l'aorte proprement dite, vers le milieu de son trajet dorsal, partent un tronc volumineux *viscéro-pédieux*, et deux *artères hépatiques* formant de très jolies arborisations à la surface de la glande digestive.

» En résumé, si l'irrigation artérielle de la région antérieure n'est pas de nature à différencier notablement le *Dreissensia* des autres Mytilidés, l'irrigation de la région postérieure au contraire l'en sépare très nettement. »

BOTANIQUE. — *Recherches sur la structure des Lichens*. Note de M. P.-A Dangeard, présentée par M. Duchartre.

« Un Lichen est le résultat de l'association intime d'un Champignon et « d'une Algue » ; telle est l'idée avancée par Schwendener (¹), il y a plus de trente ans et connue sous le nom de *théorie schwendénérienne*. Malgré les preuves fournies en faveur de cette idée par les beaux travaux de Famintzin et Baranetzky, de Stahl, Bornet, Max Rees, Bonnier, etc., peut-on dire qu'actuellement la majorité des Lichénographes s'est rangée à cet avis? Assurément non; il suffit pour s'en convaincre de parcourir les comptes rendus des diverses Sociétés savantes françaises et étrangères.

» La présente Note apporte à la théorie schwendénérienne l'appui des progrès récents de la technique histologique; l'idée directrice a été celle-ci :

» A. Prendre dans un Lichen les Algues qui y vivent; étudier leur structure intime et la comparer à celle des Algues vivant en liberté.

» B. D'un autre côté, établir l'identité de structure de la partie mycélienne du Lichen avec celle des Champignons ordinaires.

» Cette méthode nous a fourni de nombreux résultats dont nous ne pouvons ici qu'indiquer les principaux.

» A. En premier lieu, l'étude histologique des gonidies vertes, qui se rencontrent chez un si grand nombre de Lichens, nous a fait découvrir une erreur qui s'étendait au type libre (*Cystococcus humicola*).

» Jusqu'ici tous les Algologues et Lichénographes, si je ne me trompe, ont considéré comme noyau le gros corpuscule arrondi qui occupe le centre de la cellule (²); or, ce corpuscule est un pyrénoïde analogue à celui des *Chlamydomonas;* le véritable noyau est situé sous la membrane, presque au contact, et c'est lui qui a été décrit comme vacuole. Ce noyau est nucléolé, il possède une membrane nucléaire, des granules chromatiques. On peut arriver à colorer le protoplasma en jaune, le pyrénoïde

---

(¹) Schwendener, *Untersuchungen über den Flechtenthallus* (*Nägeli's Beiträge zur wiss. Bot.*, II, 1860; III, 1863; IV, 1869).

(²) Famintzin et Baranetzky, *Zur Entwickelungsgeschichte der Gonidien und Zoosporenbildung der Flechten* (*Mémoires de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, XI, 1868). Schwendener, *Die Algentypen der Flechtengonidien*. Bâle, 1869.

en bleu et le noyau en rouge, ce qui donne des préparations aussi belles que démonstratives. Nous avons suivi tous les stades de la division de ce noyau en rapport avec les bipartitions successives des gonidies (*Physcia parietina*, *Anaptychia ciliaris*, *Gyrophora pustulata*, etc.); nous avons également observé cette division dans l'Algue rendue libre, pendant la formation du sporange.

» On peut, de la même façon, mettre en évidence la structure propre des Trentepohliées qui vivent dans les *Graphis* et les *Opegrapha*, des *Protococcus* formant les gonidies des *Endocarpon*, etc. Je ne parle pas des Cyanophycées où les colorations d'Ehrlich font apparaître la structure de ces Algues (*Collema*, *Peltigera*, etc.).

» B. Si nous considérons maintenant la partie mycélienne du Lichen, nous y trouvons la structure propre aux Champignons : les filaments sont réunis par de nombreuses anastomoses et divisés en cellules; ces cellules, qu'elles soient allongées, comme dans la médulle, ou réunies en pseudoparenchyme, comme dans la couche corticale, ne renferment en général qu'un noyau (*Physcia*, *Anaptychia*, *Peltigera*, *Gyrophora*, *Parmelia*, *Collema*, etc.); par exception, certaines cellules de la médulle possèdent deux et trois noyaux (*Collema*, *Peltigera*); ces noyaux, qui présentent de légères différences de grosseur et de structure selon les espèces, ne diffèrent pas du type général connu chez les Champignons ([1]).

» Dans les périthèces, les paraphyses peuvent être ramifiées et septées; ici également chaque cellule ne renferme qu'un noyau; la division des noyaux dans l'asque et les spores présente des phénomènes intéressants qui devront faire l'objet de développements spéciaux.

» On s'attendrait à trouver certaines parties crustacées des Lichens complètement dépourvues de vitalité et réduites à un rôle protecteur; il n'en est rien et l'on constate jusque dans les rhizines la présence de noyaux en activité et de protoplasma. »

([1]) P.-A. Dangeard, *Recherches histologiques sur les Champignons* (*Le Botaniste*, 2e série). — *La reproduction sexuelle des Champignons* (*Le Botaniste*, 3e série, 6e fascicule).

BOTANIQUE. — *Sur des tumeurs ligneuses produites par une Ustilaginée chez les* Eucalyptus. Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Duchartre.

« Sur plusieurs plants d'*Eucalyptus,* provenant de semis effectués dans les serres du jardin botanique d'Amsterdam, le collet, les nœuds inférieurs de la tige et des branches basses portent des nodosités dures, lisses ou un peu crevassées à la surface, tantôt petites et arrondies, tantôt volumineuses et bosselées, atteignant jusqu'à $0^m,05$ de diamètre. De quelques excroissances on voit émerger un grand nombre de petites branches, semblables au *balai de sorcière* qui sort du *chaudron* des Sapins. A part cette lésion locale, les pieds attaqués ne semblent pas être malades. Les tumeurs affectent les espèces les plus diverses : *Eucalyptus Globulus, E. amygdalina, E. rostrata, E. leucoxylon, E. macrorhynchus.*

» M. le professeur Hugo de Vries a bien voulu me fournir des renseignements sur l'aspect des plantes chargées de tumeurs et me confier, pour en faire l'étude, un exemplaire d'*Eucalyptus amygdalina,* dont le tronc mesurait $0^m,018$ de diamètre.

» Les tumeurs sont produites par un *Ustilago*. Le Champignon pénètre au niveau du collet, remplit de ses filaments nus les méats intercellulaires de l'écorce et la cavité des vaisseaux. Il traverse de part en part les cellules étroitement unies de la moelle, des rayons médullaires, du parenchyme ligneux et les fibres ligneuses, sans se mettre en contact avec le protoplasma, car il refoule l'assise cellulosique la plus interne de la paroi, pour s'en faire une gaine dans tout son trajet intracellulaire. Certains filaments ainsi cortiqués n'atteignent pas l'autre extrémité de la cellule, se renflent et simulent des suçoirs.

» Tant qu'il reste filamenteux, le Champignon ne révèle sa présence au dehors par aucune déformation. Son action discrète sur les éléments auxquels il est intimement associé n'en compromet pas la vitalité et n'en dévie pas la différenciation normale. A cet égard, le parasite des *Eucalyptus* se comporte comme ses congénères. Comme eux aussi, il manifeste son action destructive et déformante, dès qu'il commence à ébaucher ses fructifications.

» Les filaments s'insinuent entre les cellules du cambium des jeunes bourgeons latéraux, se renflent, s'anastomosent, et forment une masse muci-

lagineuse, prélude de la production des spores, dans une cavité bientôt élargie par la destruction des délicates cellules de la région. La fructification naissante est ainsi limitée, d'un côté par le bois, de l'autre par le liber.

» L'assise génératrice, localement détruite, s'hypertrophie de part et d'autre et donne des couches ligneuses épaisses et contournées autour du centre d'irritation. La surface du bourgeon, au lieu de rester convexe, devient concave et se transforme en un canal profond, sinueux, limité par une mince couche épidermique, corticale et libérienne, qui le sépare du bois démesurément tuméfié. L'irritation s'étend à l'assise génératrice de la tige-mère, dont les couches ligneuses se confondent avec celles du rameau.

» Les tiraillements produits par cet accroissement immodéré provoquent des déchirures, et l'on trouve, vers le centre de la tumeur, des cavernes irrégulières dans lesquelles pendent des fibres disloquées sans ordre.

» Le bourgeon canaliforme peut être suivi, sur une série de coupes, jusqu'à la surface de la tumeur. Çà et là la lumière est oblitérée par l'accroissement des assises ligneuses qui arrivent à se rejoindre, par suite de la destruction locale du revêtement cortical et libérien. Aux divers niveaux de son trajet, la surface du canal, qui n'est autre que la surface invaginée du rameau, porte des rudiments de feuilles, dont le sommet est généralement tourné vers le fond du canal. Ces feuilles ne dépassent guère la longueur d'un cinquième de millimètre, parce qu'avant d'avoir pris un plus grand accroissement, elles sont incarcérées dans les couches ligneuses contournées autour d'elles. Elles ont une structure normale, avec les deux épidermes, le tissu fondamental, un faisceau libéro-ligneux et des nodules oléifères.

» Le rameau tubuleux émet des ramuscules, transformés à leur tour en tubes creux de même structure, chargés de rudiments de feuilles. Certains rameaux devancent le développement des couches ligneuses et parviennent au dehors. Dans ce cas, la tumeur porte un balai de sorcière.

» La tumeur atteint une grande taille quand des rameaux de plusieurs générations sont englobés dans sa masse. Dans le spécimen d'*Eucalyptus amygdalina* que j'ai examiné, les rameaux des trois nœuds inférieurs avaient conflué en une masse ligneuse énorme, qui entourait le collet, et qui ne mesurait pas moins de $0^{m},05$ en hauteur et en épaisseur.

» A la surface des tumeurs, le liber secondaire est plus mince que sur les tiges saines. En revanche, l'écorce secondaire s'exfolie moins rapidement et demeure plus épaisse. Les couches ligneuses sont régulières et con-

centriques, dans les portions où l'irritation parasitaire s'est fait sentir à distance, notamment quand elles appartiennent à la tige mère. Elles forment un bois madré quand elles font partie des rameaux déformés et tubuleux ou qu'elles se développent autour des rudiments de feuilles.

» La tumeur ligneuse produite par la réaction de l'*Eucalyptus* contre l'irritation provoquée par l'*Ustilago* fructifiant est donc formée d'un bois régulier ou madré, parcouru par des canaux sinueux, capillaires, souvent oblitérés par adossement des parois, dont la surface, continue avec celle de la tige, émet comme celle-ci des feuilles et des rameaux. Elle contient aussi des lacunes irrégulières, dues à une action mécanique.

» La lésion locale produite par le parasite est plus fatale au Champignon qu'à son hôte. Le rudiment de fructification, ébauché dans le cambium, est étouffé par les tissus qui l'enserrent. La masse mucilagineuse se dessèche; on y trouve rarement quelques spores.

» Il faut chercher les fructifications mûres dans les lacunes de l'écorce, au voisinage de l'orifice du bourgeon tubuleux. On y observe de jeunes spores, encore plongées dans la masse mucilagineuse et d'autres déjà mûres. On peut recueillir ces dernières en raclant le fond des crevasses que j'ai signalées à la surface de certaines tumeurs.

» Les spores sont lisses, d'un brun violacé, ovales, ayant la membrane amincie pour la germination au niveau de la petite extrémité. Elles mesurent $7 - 9^{\mu}$ sur $5,5 - 7^{\mu}$. Le filament issu de la spore en germination émet des tubes sporifères latéraux.

» Je nommerai cette espèce nouvelle *Ustilago Vriesiana*.

» On ne connaît pas d'autre Ustilaginée capable de produire une tumeur ligneuse. Le mécanisme de la formation des excroissances des *Eucalyptus* permettra peut-être d'élucider l'étiologie des broussins et des loupes des arbres, maladies dont la nature est restée jusqu'ici fort obscure. »

PHYSIOLOGIE. — *Observations à propos de la Note de M.* Calmette *relative au venin des serpents.* Note de MM. **C. Phisalix** et **G. Bertrand**, présentée par M. Chauveau.

« Dans une Communication présentée à l'Académie des Sciences le 5 février 1894 [1], nous avons établi que le venin récent de la Vipère de France (*Vipera aspis*, L.) extrait des glandes perd rapidement sa virulence

[1] *Atténuation du venin de vipère par la chaleur et vaccination du cobaye contre ce venin.*

par un chauffage à 75°-80° et que sa solution aqueuse, ainsi traitée, jouit de propriétés vaccinantes énergiques contre le venin entier.

» Nous avons démontré ensuite (12 février) [1] que le sang des animaux immunisés par cet échidno-vaccin *était devenu antitoxique*, l'injection de ce sang défibriné ou de son sérum dans la cavité péritonéale de cobayes neufs neutralisant les effets du venin.

» Nous ajoutions que le sang des cobayes immunisés par accoutumance, c'est-à-dire par des injections de quantités croissantes et convenablement espacées de venin entier, est aussi antitoxique, mais à un degré moindre, que celui des animaux immunisés par notre vaccination, et que les animaux immunisés avec du sérum antitoxique conservent assez longtemps leur immunité.

» Ce sont ces observations qui nous faisaient espérer l'emploi du sérum antitoxique comme agent thérapeutique d'autant mieux que des résultats favorables nous encourageaient déjà dans cette voie.

» Depuis (*Comptes rendus*, 27 mars 1894), M. Calmette qui avait nié l'exactitude de nos résultats concernant la vaccination antivipérique (*Société de Biologie*, 10 février 1894), mais qui avait dû revenir ensuite sur son assertion (*Société de Biologie*, 3 mars 1894), a présenté une Note dans laquelle il annonce « qu'on peut immuniser les animaux contre le venin des ser- » pents au moyen d'injections répétées de doses d'abord faibles, puis pro- » gressives de venin, ... et que le sérum des animaux ainsi traités est à la » fois préventif, antitoxique et thérapeutique ». C'est exactement ce que nous avions démontré, mais M. Calmette ayant omis de citer nos recherches, nous sommes dans l'obligation d'en rappeler l'antériorité, car nous pensons que des conséquences théoriques et pratiques importantes découleront logiquement des faits que nous avons scientifiquement établis. »

M. A. **Chauveau** ajoute les remarques suivantes :

« Il n'est pas inutile d'ajouter que l'immunisation par accoutumance, c'est-à-dire par l'effet d'injections répétées de petites quantités de venin entier, avait été signalée déjà par M. Kaufmann dans diverses publications, particulièrement dans un travail datant de 1888, couronné par l'Académie de Médecine et inséré dans les *Mémoires* de cette Académie [2]. »

---

[1] *Sur la propriété antitoxique du sang des animaux vaccinés contre le venin de vipère* (*Comptes rendus*).

[2] Voir *Mém. de l'Acad. de Méd.*, 1889. — *Revue scientifique*, t. XLV, p. 180;

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur le lieu de formation de l'urée dans l'organisme animal. Rôle prépondérant du foie dans cette formation.* Note de M. **Kaufmann**, présentée par M. Chauveau.

« On sait que l'urée existe toute formée dans le sang qui arrive au rein, et que cette glande joue simplement, par rapport à cette substance, le rôle d'un organe éliminateur. Mais dans quelle partie de l'organisme le liquide sanguin se charge-t-il de l'urée qu'il porte au rein? Les opinions sont partagées sur ce point. Les uns admettent que l'urée est un produit direct de la dénutrition des matières albuminoïdes des tissus, qu'elle se forme par conséquent dans tous les organes; d'autres pensent que cette substance n'est pas un résidu direct de la nutrition des éléments vivants, mais que sa formation dans l'économie animale est plutôt liée à la préparation des matériaux nutritifs charriés par le sang ou à la destruction de principes nuisibles versés dans ce liquide par les tissus; et la plupart d'entre eux placent le lieu de sa formation exclusivement dans le foie.

» Ayant entrepris depuis plusieurs années des recherches expérimentales sur ce sujet, je résume dans cette Note les principaux résultats que j'ai obtenus.

» Dans ces recherches fort délicates et longues j'ai eu recours aux trois méthodes suivantes : 1° Dosage comparatif de l'urée dans le sang artériel et le sang veineux de la circulation générale; 2° dosage comparatif de l'urée dans le sang pris avant et après l'isolement du foie et du rein; 3° dosage comparatif de l'urée dans les divers tissus pris sur des animaux à jeun tués par hémorragie.

» Les résultats fournis par les deux premières méthodes sont insuffisants pour résoudre la question du lieu de la formation de l'urée dans l'économie ([1]). Les différences qu'on obtient dans la teneur en urée des sangs artériel et veineux, ou des sangs pris avant et après l'isolement du foie et des reins par le procédé de Bock et Hofmann, sont trop faibles pour permettre de poser des conclusions fermes. Seule, la troisième méthode m'a donné des résultats parfaitement nets.

1890. — *Bulletin de l'Agriculture,* 1891. — *Les Vipères de France,* vol. publié chez Asselin et Houzeau, p. 134; 1893.

([1]) Voir *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, séances du 9 février et 21 avril 1894.

» *Résultats fournis par le dosage comparatif de l'urée dans le sang et les divers tissus de l'organisme.* — Des chiens en état de jeûne ont été sacrifiés par hémorragie; des échantillons de sang, de foie, de muscle, de cerveau, de rate ont été prélevés, puis soumis à l'analyse.

» Dans une première série, le dosage de l'urée a été fait par le procédé de Gréhant; dans une deuxième, par le procédé de Wurtz modifié par Von Schröder.

Première série. — *Dosage de l'urée par le procédé de Gréhant :*

Numéros des expériences.	Urée en milligrammes pour 100gr de				
	sang.	foie.	cerveau.	muscle.	rate.
1	34	163	118	42	61
2	23	116	36	100	50
3	35	44	51	42	54
4	37	112	78	71	85
Moyenne....	32	109	86	64	62

» Dans le procédé de Gréhant on dose l'urée en faisant agir directement sur l'extrait alcoolique du sang ou des tissus le mercure nitreux dans le vide de la pompe à mercure. L'urée est décomposée en volumes égaux d'acide carbonique et d'azote; ces gaz étant recueillis et mesurés, on en déduit la proportion d'urée. Mais dans les extraits alcooliques des tissus, l'urée est accompagnée de diverses matières extractives dont quelques-unes sont susceptibles d'être dédoublées en acide carbonique et azote sous l'influence du réactif employé.

» Ces résultats devaient donc être vérifiés par un procédé de dosage offrant toute l'exactitude chimique désirable. J'ai eu recours à celui de Wurtz (1) modifié et perfectionné par von Schröder (2).

» Ce procédé permet d'éliminer la presque totalité des matières extractives qui accompagnent l'urée. Dans le liquide définitif, cette substance est à l'état de pureté à peu près complet et facile à caractériser par la réaction du furfurol, par les cristaux qu'elle forme en se combinant à l'acide azotique ou à l'acide oxalique, par sa décomposition sous l'influence de l'hypobromite de sodium, etc. Ce procédé est basé sur la combinaison des méthodes de Liebig et de Bunsen. L'urée contenue dans l'extrait alcoolique est précipitée par le nitrate mercurique dans un milieu aqueux neutre; le précipité blanc obtenu est bien lavé, puis soumis à l'action de l'hydrogène sulfuré qui précipite le mercure et laisse l'urée en solution. La solution aqueuse d'urée à peu près pure est ensuite soumise à la chaleur de 180° pendant six ou sept heures; le carbonate d'ammoniaque qui résulte de l'hydratation de l'urée est décomposé par le chlorure de baryum ammoniacal; le carbonate de baryte formé est ensuite décomposé par l'acide

(1) *Comptes rendus*, t. XLIX, n° 2, p. 52; 1859.
(2) *Archiv. f. exp. Path. u. Pharmakol.*, t. XIV, p. 373; t. XV, p. 364; 1882.

oxalique dans le vide de la pompe à mercure, et l'acide carbonique est recueilli et mesuré.

Deuxième série. — *Dosage de l'urée par le procédé de von Schröder.*

Nos d'ordre des expériences.	Urée en milligrammes pour 100gr de sang.	foie.	cerveau.	muscle.	rate.
1	16	36	29	27	27
2	57	119	88	78	»
3	30	44	»	»	»
4	22	39	»	29	»

» Les résultats fournis par les deux procédés de dosage employés sont parfaitement concordants. Toujours le sang se montre moins riche en urée que les différents tissus, et parmi ceux-ci c'est le tissu hépatique qui contient la plus forte proportion de cette substance.

» De ces recherches expérimentales on peut tirer les conclusions suivantes :

» 1° La formation de l'urée n'est pas entièrement localisée dans le foie; tous les tissus en produisent une certaine quantité.

» 2° Le foie doit être considéré, cependant, comme le *foyer le plus actif* dans la production de l'urée chez l'animal à jeun.

» 3° La production de l'urée semble donc liée, à la fois, aux phénomènes de nutrition qui s'accomplissent dans les divers tissus et aux phénomènes d'élaboration et de préparation des matériaux nutritifs déversés incessamment dans le sang par la glande hépatique. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Production de la glycosurie chez les animaux au moyen d'excitations psychiques* [1]. Note de M. **Paul Gibier.**

« Les physiologistes ont obtenu l'hyperglycémie et l'apparition du sucre dans l'urine des animaux et même un diabète sucré mortel à l'aide de procédés variés : irritation du plancher du quatrième ventricule (Claude Bernard), lésions de différents points du système nerveux : cerveau, moelle, nerfs, sympathique (Schiff, Pavy, Aladoff, Cyon, Eckhard, Klebs et Munck, Filehne, Vulpian, etc.), intoxication à l'aide d'une foule de substances qu'il serait inutile d'énumérer et en tête desquelles on peut

(1) Travail du laboratoire de l'Institut bactériologique de New-York.

citer la phloridzine (von Mering), traumatisme du crâne, ablation du pancréas (von Mering et Minkowski, Lépine et Hédon, A. Chauveau et Kauffmann, etc.).

» La glycosurie peut aussi apparaître spontanément chez les animaux et causer la mort, mais l'étiologie, dans ce cas, est encore plus obscure, si cela est possible, que chez l'homme. Chez ce dernier on admet que la glycosurie peut apparaître sous l'influence d'un certain nombre de causes : lésions nerveuses, traumatismes, intoxications, maladies du foie, maladie de la nutrition, suppression de la fonction pancréatique interne, etc.

» Sans s'arrêter à discuter les opinions des théoriciens du diabète, qui ont proposé un grand nombre de classifications de cette maladie, on peut dire qu'il est établi aujourd'hui que la présence du sucre est reconnue dans l'urine de l'homme après certains ébranlements nerveux, par exemple sous l'empire de la crainte ressentie la veille d'une opération chirurgicale, après de grands chagrins, une perte d'argent : le diabète est fréquent chez les financiers visités par la mauvaise fortune et que leur genre de vie prédispose du reste à cette maladie; bref, sous l'influence d'une commotion morale violente et de durée plus ou moins longue, sans prodrome appréciable, la maladie sucrée s'installe et achève souvent l'œuvre commencée par le chagrin.

» A-t-on jamais observé rien de pareil chez les animaux? Je ne le crois pas. En tout cas, je n'ai trouvé nulle part trace d'un exemple semblable. C'est pourquoi je pense qu'il n'est pas sans intérêt de présenter à l'Académie l'observation suivante que j'ai faite au cours de recherches sur le diabète sucré.

» *Expérience.*— Un chien femelle âgé de quatre ans environ est mis en observation, tout en restant le jour avec d'autres chiens du laboratoire, dans la cour de l'Institut. Son urine, essayée plusieurs jours de suite avec la liqueur cupropotassique, ne donne aucune réaction. Décolorée et examinée au polarimètre, elle ne produit aucune déviation de la lumière.

» L'animal est de nature très affectueuse, craintive et jalouse. Dès qu'on l'enferme seul dans sa cage pendant le jour, il gémit continuellement, et ses gémissements se changent en cris déchirants dès qu'il voit les autres chiens se promener en liberté.

» On l'enferme une première fois pendant le jour : grande agitation, plaintes, signes d'ennui, etc. Pendant trois jours, l'urine ne donne pas de réaction. Le quatrième, au soir, l'urine contient 5,55 pour 1000 de sucre (liqueur de Fehling et polarimètre). La glycosurie persiste pendant que dure la captivité. Le lendemain du jour où le chien est remis en liberté, le sucre disparaît de l'urine.

» L'expérience a été répétée six fois sur ce chien avec le même résul-

tat; c'est-à-dire que, au bout de quatre, trois et même deux jours de cage, le sucre est apparu pour disparaître bientôt quand on rendait au prisonnier la liberté et la société de ses compagnons habituels. La quantité de glycose s'éleva une fois à 6,66, puis à 8,88, et une autre fois à 25 pour 1000, proportion élevée, eu égard à ce qui s'observe d'habitude chez les animaux malades du diabète. Il n'a pas été possible de faire de comparaison au point de vue de la polyurie, de la polydypsie ni de la polyphagie. La glycosurie n'apparaît pas quand on enferme l'animal avec un autre.

» L'expérience, essayée avec une autre chienne d'apparence apathique ne donna aucun résultat.

» Voilà donc un fait démontrant que, comme chez l'homme, certains animaux sont susceptibles, sous l'influence d'excitations psychiques, de présenter de la glycosurie. Il est une déduction qui me semble devoir être tirée de ce fait : c'est que les expérimentateurs qui chercheront à produire le diabète sucré chez les animaux au moyen d'opérations variées devront tenir compte du facteur émotionnel, les vivisections étant capables d'affecter parfois l'animal dans son entité psychique autant que dans son corps matériel.

» Il se peut aussi que l'étiologie de certains cas de diabète spontané chez le chien, le singe, le cheval, etc., se trouve éclairé par la connaissance du fait que la glycosurie peut apparaître chez l'animal sous l'influence d'un chagrin intime et profond, provoqué par un changement de condition, la perte d'un compagnon ou d'un maître aimé, la captivité ou une autre cause psychique. »

ÉLECTROPHYSIOLOGIE. — *Sur une nouvelle forme particulière de sensibilité.* Note de M. **Danion**. (Extrait.)

« La sensation *sui generis* que produit la faradisation, sur les points du corps où elle est appliquée, est bien connue. Cette sensation peut aller d'un simple fourmillement absolument indolore jusqu'aux douleurs les plus vives, surtout lorsqu'on emploie la forme dite *révulsive*.

» Or cette sensation peut être *absolument abolie*, et il devient alors impossible de provoquer la moindre sensation, qu'il s'agisse de la forme révulsive ou de la forme humide, pendant que les sensibilités au toucher, au froid et au chaud ou à la douleur restent si bien intactes, que le plus léger

attouchement, un simple souffle, la plus légère piqûre continuent à être perçus.

» Nous n'avons trouvé jusqu'ici ce genre d'anesthésie que sur des points du corps isolés plus ou moins étendus. Sur les autres régions du corps, la sensibilité à la faradisation était normale et les sujets ne pouvaient supporter même deux secondes l'application électrique, qui sur le territoire anesthésié ne provoquait aucune espèce de sensation.

» Nous avons remarqué assez fréquemment l'anesthésie électrofaradique dans des cas d'arthrites rhumatismales aiguës, subaiguës ou chroniques, mais surtout dans les cas aigus, au niveau et autour des articulations atteintes. »

PATHOLOGIE COMPARÉE. — *Contribution à l'étude de la peste des eaux douces.* Note de M. E. **Bataillon**, présentée par M. Duclaux.

« En mars 1893, je communiquais à la Société de Biologie les premiers résultats de mes recherches sur une maladie de la truite et des œufs de truite, maladie occasionnée par un diplobacille dont je donnais rapidement les caractères morphologiques. Des expériences sur divers animaux à sang froid, poissons, grenouille, écrevisses, ébauchées déjà à cette époque, fournissaient des résultats tellement nets que j'arrivais à soupçonner dans cet agent infectieux la cause d'une véritable peste des eaux douces. L'étude de ce microbe, poursuivie depuis plus d'un an, m'a confirmé dans cette idée. Mon intention est d'indiquer rapidement les faits principaux concernant la morphologie et l'évolution du microrganisme, puis ceux obtenus par des expériences multipliées.

» Le germe en question a été isolé d'abord d'œufs de Truite provenant des élevages de Velars (Côte-d'Or) en janvier 1893. Une tache blanche apparaît à la surface des œufs infestés et évolue rapidement. Au bout de quelques jours, l'œuf mort est opaque, comme il le devient immédiatement lorsqu'il n'est pas fécondé. Des divers microbes isolés, un seul s'est montré pathogène pour les animaux à sang froid : c'est une bactérie très mobile mesurant, dans les cultures sur gélatine à 24°, 3^{μ} à 4^{μ} de long, $0^{\mu},9$ à 1^{μ} de large. Sa forme est celle d'un diplobacille légèrement arqué au niveau de sa partie étranglée. Elle évolue très bien sur pomme de terre où elle donne une traînée jaune brunâtre, s'épaississant rapidement, sur gélose où elle donne des cultures glaireuses, sur gélatine où elle creuse en

vingt-quatre heures de profondes cupules de liquéfaction. La gélatine liquéfiée prend à la surface une légère teinte verte. Par ces divers caractères la bactérie des œufs de truite semble appartenir au groupe mal défini du *Termo*, groupe réputé saprophyte.

» Inoculée à des espèces de poissons très résistantes, le brochet, le gardon, l'épinoche, elle a produit régulièrement la mort en moins de trois jours avec des accidents constants. Les masses musculaires sont paralysées; quelques heures avant de mourir, les sujets oscillent autour de l'axe et ne progressent plus qu'en sautillant, à l'aide des nageoires pectorales. A l'autopsie, les faisceaux musculaires lésés sont émiettés, les bactéries accumulées dans le tissu cellulaire donnent le long de la ligne latérale de véritables cultures, tous les viscères sont hyperhémiés. Une quinzaine de truites adultes étant mortes, dans le ruisseau de Velars, avec des accidents semblables à ceux que je viens de décrire et de profondes lésions musculaires, on a pu isoler de leurs plaies des bacilles identiques.

» Ce microbe inoculé à l'écrevisse entraîne la mort en moins de vingt-quatre heures, avec tous les symptômes donnés pour la *peste de l'écrevisse*. L'animal semble avoir de la difficulté à s'appuyer sur ses pattes; il ne fuit plus la lumière; l'anus, à la mort, reste tuméfié et béant; et en retirant de leurs vases les cadavres d'une expérience, on a compté jusqu'à huit pinces détachées pour 12 sujets. Parmi les écrevisses entretenues au laboratoire, certaines mouraient avec les mêmes accidents. J'ai pu tirer de la cavité générale de ces écrevisses un bacille identique à celui de la truite et des œufs de truite, par sa forme comme par ses propriétés.

» Inoculés à la grenouille, ces trois bacilles identiques ont déterminé la mort en trois ou quatre jours avec une septicémie généralisée. Sur le cochon d'Inde, la dose déterminant des accidents mortels est considérable (5^{cc} ou 6^{cc} de culture sur gélatine); et l'on pouvait se demander si, dans ce cas, l'action constatée ne relèverait pas uniquement des produits de sécrétion inoculés. De là l'idée d'expérimenter les toxines précipitables par l'alcool.

» Elles produisent sur les animaux à sang froid, grenouille, écrevisse, une *paralysie complète*, qui dure un temps variable suivant la dose administrée; une demi-heure ou plusieurs heures chez la grenouille, par exemple. Après quoi, l'animal reprend son allure normale sans être autrement incommodé. Si la dose est suffisante, le sujet meurt. L'injection au cobaye produit la mort avec des doses relativement faibles. Ici encore on constate des troubles moteurs très accentués : l'animal meurt régulière-

ment dans les vingt-quatre heures en *opisthotonos*. Cette action des toxines mérite d'être rapprochée des accidents locomoteurs constatés soit sur les truites malades, soit sur les écrevisses atteintes de la peste.

» Mais il fallait obtenir la contamination sans lésion et varier les conditions de milieu. On a placé des lots d'écrevisses dans des réservoirs semblables; les uns à 8°, les autres à 15°; les uns avec les pinces coupées, les autres sans lésions; les uns dans l'eau aérée par la trompe, les autres dans de l'eau non aérée. Des témoins soumis à un régime identique assuraient le contrôle.

» Ces expériences ont donné les résultats suivants :

» 1° L'infection peut se produire en l'absence de toute lésion; 2° les lésions la favorisent; 3° elle est plus rapide à une température relativement élevée qu'à une température basse; 4° l'aération ralentit sa marche.

» J'indiquais, l'an dernier, la possibilité d'une forte contamination par les pontes de grenouilles infectées. Cette question a été reprise. L'infection entrave l'évolution des pontes aux divers stades du développement embryonnaire. Sa marche a été suivie, et j'ai pu, en détachant avec soin des portions de membrane vitelline portant le foyer du mal à son origine, obtenir des préparations aussi pures que mes cultures.

» Pour comprendre les dégâts qui peuvent résulter de quelques pontes malades échelonnées sur un faible espace, il suffit d'en abandonner une pendant quelques jours dans un aquarium non irrigué, et d'inoculer à des écrevisses une goutte de l'eau contaminée : tous les sujets meurent en vingt-quatre heures.

» *Conclusions*. — 1° Le diplobacille en question constitue une véritable peste des eaux douces.

» 2° Il attaque les poissons, soit pendant le développement embryonnaire, soit à l'âge adulte. Il attaque l'écrevisse.

» 3° Il trouve un milieu de culture particulièrement favorable sur les pontes de poissons et surtout d'Amphibiens. »

M. G. Hinrichs adresse une Note ayant pour titre : « Comparaison de l'étalon secondaire avec l'étalon diamant ».

M. L. Hugo adresse une Note « sur une famille de polyèdres réguliers ».

M. Chapel signale la coïncidence du tremblement de terre qui s'est pro-

duit en Grèce le 20 avril avec le passage de la Terre sur la route de l'un des principaux essaims cosmiques $Æ = 267°$, $\textcircled{D} = +35°$ (19-23 avril).

La séance est levée à 5 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 27 MARS 1894.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. DEHÉRAIN, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. N° 3, 20 mars 1894. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

L'Œuvre de F.-C. Maillot, ancien président du Conseil de santé des armées. Alger, Remordet, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Verneuil.)

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon. Tome XII, 1893. Paris, G. Masson, 1894; 1 vol. in-8°.

Société des Sciences médicales de Gannat. Compte rendu des travaux de l'année 1892-1893, par M. DE LA MALLERÉE, secrétaire de la Société. Paris, A. Delahaye; 1 vol. gr. in-8°.

Bulletin de la Société internationale des Électriciens. Tome XI. Février 1894. N° 105. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. gr. in-8°.

Revue maritime et coloniale. Tome CXX. 390e livraison. Mars 1894. Paris, L. Baudoin; 1 vol. in-8°.

Observatoire de Zi-Ka-Wei. Typhons de 1892, *juillet, août, septembre,* par le R. P. S. CHEVALIER, S. J., directeur de l'observatoire, président de la Société météorologique de Chang-Hai. Chang-Hai, 1894; 1 br. in-8°.

Bulletin mensuel de l'observatoire météorologique de l'Université d'Upsal, par le Dr H. HILDEBRAND HILDEBRANDSSON. Vol. XXV. Année 1893. Upsal, E. Berling, 1893-1894; 1 fasc. in-4°.

Agricultural Gazette of New South Wales. Vol. V. January 1894; Part I. Sydney, Ch. Potter; 1 br. in-8°.

Ricerche ed esperienze istituite nei poderi sperimentali e nel laboratorio di Chimica agraria, sotto la direzione di N. PASSERINI. Anno I (1893), fasc. III e IV. Firenze, 1894; 1 fasc. in-8°.

Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Classe der königlich bayerischen Akademie der Wissenschaften. München, 1893; 1 vol. in-4°.

Memoirs of the California Academy of Sciences. On California Cudrilidæ, by Gustav Eisen. Vol. II. N° 3. San Francisco, 1894; 1 vol. in-4°.

Meteorological observations made at the Adelaide observatory, and other places in South Australia and the northern Territory, during the years 1886-1887. Under the direction of Charles Todd. Adelaide, 1893; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 16 avril 1894.)

Note de M. *P. Janet* :

Page 862, ligne 21, *au lieu de* Sur une méthode électrochimique d'observation, etc., *lisez* Sur une méthode d'inscription électrochimique, etc.

Page 863, ligne 3 en remontant, *au lieu de* En supposant même que la capacité de polarisation introduisît, etc., *lisez* En supposant même que la capacité de polarisation de l'électrode en fer et du cylindre introduisît, etc.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 AVRIL 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Grimaux*, pour remplir, dans la Section de Chimie, la place laissée vacante par le décès de M. *Fremy*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Grimaux** prend place parmi ses Confrères.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur l'équilibre des mers.* Note de M. **H. Poincaré.**

« La théorie des marées n'est pas encore faite; la précision avec laquelle on les prédit ne doit pas faire illusion, car les procédés employés sont semi-empiriques.

» Laplace n'a pu arriver à intégrer ses équations qu'en supposant qu'il n'y a pas de continents, et que la profondeur de la mer ne dépend que de la latitude. Cette hypothèse est beaucoup trop éloignée de la réalité pour qu'on puisse rien conclure du résultat qu'il a obtenu.

» L'étude des oscillations à longue période et en particulier de la marée bimensuelle est relativement facile; on peut y négliger, en effet, l'inertie du liquide et la force de Coriolis, ce qui réduit la question à un simple problème de Statique. L'importance de ce problème a été mise en évidence dans le Traité de Philosophie naturelle de Thomson et Tait. Ces deux illustres savants, aidés par M. G. Darwin, ont cherché, en effet, en comparant la théorie avec les observations, à reconnaître quelle déformation élastique subissait la masse solide du globe sous l'influence de l'attraction lunaire.

» Leur conclusion est que le globe terrestre présente une rigidité égale à celle de l'acier, sinon une rigidité plus grande encore; toutefois les résultats sont trop discordants pour que cette conclusion soit absolument certaine.

» Ces discordances sont dues, sans doute, pour la plus grande part, à l'incertitude des observations; mais l'imperfection de la théorie y est peut-être aussi pour quelque chose.

» Dans les §§ 806 à 810 de l'Ouvrage que je viens de citer, on cherche à tenir compte de la présence des continents, mais en négligeant l'attraction mutuelle des eaux soulevées; dans le § 815, on tient compte de cette attraction, mais en supposant qu'il n'y a pas de continent; il arrive alors que l'amplitude de la marée est, par l'effet de cette attraction, multipliée par un coefficient dont l'expression est très simple; mais la valeur de ce coefficient pourrait être considérablement modifiée par la présence des continents. Il y aurait donc lieu de pousser plus loin l'approximation; on rendrait ainsi plus facile et plus sûre la discussion nouvelle des observa-

tions, qui pourrait être entreprise dès que celles-ci seront plus nombreuses et plus exactes.

» Voici comment le problème se pose analytiquement.

» Soient

1 le rayon du globe supposé sphérique;
h la surélévation des mers;
σ la densité du globe terrestre;
1 celle des mers.

» Soit V le potentiel dû à l'attraction de l'eau soulevée, de telle sorte que, si $d\omega$ est un élément de la surface de la sphère terrestre et ρ la distance de cet élément au point (x, y, z), on ait

$$V = \int \frac{h\, d\omega}{\rho}.$$

» Si alors je désigne par r la distance du point (x, y, z) au centre de la Terre et si j'envisage en particulier la valeur de V pour $r = 1$, on aura

$$2\frac{dV}{dr} + V = 4\pi h.$$

» Je désigne par φ la fonction perturbatrice (qui, d'après l'approximation généralement admise, est à la surface de la sphère une fonction sphérique du second ordre) et par C une constante que je me réserve de déterminer plus tard.

» On aura alors à la surface des continents

$$h = 0, \qquad \text{d'où} \qquad 2\frac{dV}{dr} + V = 0,$$

et à la surface des mers

$$V - \frac{4\pi\sigma}{3} h = \varphi + C,$$

d'où

$$2\frac{dV}{dr} + V = \xi(V - \varphi - C) = \xi V + \psi$$

en posant

$$\xi = \frac{3}{\sigma}, \qquad \psi = -\xi(\varphi + C).$$

» Ces conditions, jointes à l'équation de Laplace $\Delta V = 0$ et à la condition de la constance du volume total des eaux, déterminent V et h.

» Cherchons alors à développer V et h suivant les puissances croissantes

de ξ en posant

$$(1)\qquad V = V_0 + V_1 \xi + V_2 \xi^2 + \ldots, \qquad h = h_0 + h_1 \xi + h_2 \xi^2 + \ldots.$$

» Toutes les quantités h_i doivent s'annuler à la surface des continents et on aura, d'autre part, à la surface des mers,

$$2\frac{dV_0}{dr} + V_0 = \psi, \qquad 2\frac{dV_1}{dr} + V_1 = V_0, \qquad 2\frac{dV_2}{dr} + V_2 = V_1, \qquad \ldots.$$

On en déduit

$$V_0 = \int \frac{\psi\, d\omega}{4\pi\rho}, \qquad V_1 = \int \frac{V_0\, d\omega}{4\pi\rho}, \qquad \ldots,$$

les intégrales étant étendues à tous les éléments $d\omega$ de la surface des mers seulement, ainsi que toutes celles que nous aurons à considérer dans la suite.

» On peut se demander si les séries ainsi obtenues convergent. La réponse doit être affirmative, comme le prouve la méthode de Schwarz convenablement modifiée.

» Si nous posons, en effet,

$$\int V_n V_m\, d\omega = W_{m.n},$$

nous voyons aisément que l'on a

$$W_{m.n} = W_{m+n.0} = W_{m+n}; \qquad W_n > 0; \qquad \frac{W_1}{W_0} < \frac{W_2}{W_1} < \frac{W_3}{W_2} < \ldots.$$

» De plus $\frac{W_{n+1}}{W_n}$ est toujours plus petit que 1, et si ψ est égal à la somme de $(p+1)^2$ fonctions données multipliées chacune par un coefficient arbitraire, on peut disposer de ces coefficients arbitraires de telle sorte que

$$\frac{W_{n+1}}{W_n} < 2p + 1.$$

Si alors μ est la limite de $\frac{W_n}{W_{n+1}}$ pour n infini, on pourra trouver des nombres k et g tels que

$$V_n < \mu^n (kn + g),$$

ce qui prouve que les séries (1) convergent uniformément, pourvu que $\xi < \mu$.

» La fonction V est une fonction méromorphe de ξ; soit k_i l'un des

pôles; le résidu correspondant sera un coefficient constant A_i, multiplié par une fonction u_i satisfaisant aux conditions suivantes :

$$\Delta u_i = 0 \text{ (à l'intérieur du globe)}; \qquad \int u_i^2\, d\omega = 1;$$

$$2\frac{du_i}{dr} + u_i = 0 \text{ (à la surface des continents)};$$

$$2\frac{du_i}{dr} + u_i = k_i u_i \text{ (à la surface des mers)}.$$

» Les fonctions u_i jouent, par rapport à un globe dont la surface est formée de continents et de mers, le même rôle que les fonctions sphériques par rapport à un globe entièrement recouvert par les eaux. Une fonction quelconque peut, à la surface des mers, être développée en série procédant suivant les fonctions u_i, soit

$$\psi = \Sigma A_i u_i, \qquad A_i = \int \psi u_i\, d\omega,$$

d'où

$$V = \sum \frac{A_i u_i}{k_i - \xi}. \tag{2}$$

» Il reste à déterminer la constante arbitraire C, qui entre implicitement dans ψ; on le fera en écrivant que le volume des mers demeure invariable.

» S'il n'y avait pas de continents, les fonctions u_i se réduiraient aux fonctions sphériques; on aurait

$$k_1 = 1; \qquad k_2 = k_3 = k_4 = 3, \qquad k_5 = 5;$$

$$u_1 = \frac{1}{2\sqrt{\pi}}; \qquad u_2 = \frac{x}{2}\sqrt{\frac{3}{\pi}}, \qquad u_3 = \frac{y}{2}\sqrt{\frac{3}{\pi}}, \qquad u_4 = \frac{z}{2}\sqrt{\frac{3}{\pi}};$$

$$A_1 = A_2 = A_3 = A_4 = 0; \qquad \psi = A_5 u_5$$

et

$$V = \frac{A_5 u_5}{5 - \xi}.$$

Pour passer du résultat où ξ est négligé au résultat exact, il suffit alors de le multiplier par le facteur

$$\frac{1}{1 - \frac{\xi}{5}}; \tag{3}$$

si maintenant on tient compte des continents, les nombres k_i augmentent

et le facteur précédent devient

$$\frac{1}{1-\frac{\xi}{k_5}} < \frac{1}{1-\frac{\xi}{5}}.$$

» Mais, et c'est là que je voulais en venir, les coefficients A_1, A_2, A_3, A_4 ne sont plus nuls et la formule (2) contient des termes où entrent les facteurs

$$\frac{1}{1-\frac{\xi}{k_i}} \qquad (i = 1, 2, 3, 4),$$

lesquels sont notablement plus grands que le facteur (3).

» Il est très probable que, avec la distribution réelle des continents, les coefficients A_1, A_2, A_3, A_4, sans être nuls, sont négligeables. MM. Thomson et Tait auraient alors eu raison de dire au § 816 que l'attraction mutuelle des eaux n'altère pas sensiblement les résultats. Mais la vérification reste à faire; dans l'état actuel de la théorie, elle entraînerait sans doute des calculs fort pénibles et hors de proportion avec le but à atteindre. Peut-être cependant les considérations qui précèdent aideront-elles d'autres chercheurs à trouver une méthode assez rapide pour qu'on puisse calculer une limite supérieure de A_1, A_2, A_3 et A_4. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Du sol et du climat de l'île de Madagascar au point de vue de l'agriculture ;* par M. GRANDIDIER.

« On croit très généralement que les pays tropicaux sont d'une excessive fertilité naturelle, et l'imagination aime à se les représenter comme couverts d'une végétation luxuriante. Rien n'est moins exact, car il y a entre les tropiques de vastes étendues à peu près arides, et il ne peut pas en être autrement à cause des conditions géologiques et météorologiques toutes spéciales dans lesquelles se trouve la plus grande partie de ces régions. Si, en effet, la chaleur continuelle et la lumière vive et claire que le soleil fournit à ces contrées sont très propices à la vie végétale, il y a deux autres éléments qui ont leur grande valeur et qui ne lui sont pas toujours aussi favorables : d'une part, le sol dont la nature tant mécanique que minéralogique exerce une influence prépondérante sur le développement des plantes, et, d'autre part, les pluies qui, soit directement par leur chute

plus ou moins fréquente et plus ou moins abondante, soit indirectement par les rivières qu'elles forment et alimentent, ont aussi une importance considérable.

» Or, une grande partie des pays tropicaux que nous connaissons a pour sol une argile silico-ferrugineuse, d'ordinaire rougie par oxydation et, le plus souvent, dépourvue de calcaire, qui, par suite de son mode spécial de formation, présente dans les divers continents une uniformité remarquable et qui, par sa constitution même, est stérile. On sait, en effet, que dans les régions chaudes la plupart des schistes cristallins, tels que les gneiss et les micaschistes, beaucoup de roches éruptives tant anciennes, comme les granits, les granulites, les pegmatites, etc., que modernes, comme les basaltes et les trapps, toutes roches qui prédominent entre les tropiques, et de nombreuses autres du reste d'âges divers, sont transformés par les agents atmosphériques jusqu'à des profondeurs dépassant souvent 100^m en une masse terreuse plus ou moins rouge, sorte de tuf qui, dans l'Inde, a un aspect tout particulier et est connu sous le nom de *latérite*, et qu'on retrouve, sous des formes plus ou moins particulières et sur une étendue plus ou moins considérable, dans l'Indo-Chine et les grandes îles de l'Archipel asiatique, dans l'Amérique du Sud, dans l'Afrique centrale et à Madagascar. L'altération de ces masses est principalement due aux pluies qui, entre les tropiques, sont, à certaines saisons, très abondantes et chaudes et qui les lavent au fur et à mesure de leur production, enlevant toutes les parties solubles et utiles à la végétation, notamment le calcaire, qui y est du reste généralement peu abondant et que dissolvent et entraînent les eaux chargées d'acide carbonique des pluies d'orage, si fréquentes dans ces régions. Ce sol argileux, particulier aux pays tropicaux dont il forme la majeure partie, n'est pas seulement stérile à cause de son mode même de formation; le manque de pluies pendant la moitié de l'année ajoute encore à son aridité : pendant les longs mois de sécheresse, les couches d'argile se dessèchent et se fendent; les plantes, qui sont alors privées d'eau et dont les radicelles sont écrasées par ce sol contracté, se flétrissent et, lorsqu'elles ne sont pas très rustiques, meurent après une existence de quelques mois. Suivant une comparaison très vraie d'un créole de la Réunion, la culture des plantes s'y réduit souvent à une véritable culture en pots dans lequel le sol local, qui est si compact, ne joue guère que le rôle de vase.

» A Madagascar, dont la superficie est de près de $600\,000^{kq}$, les deux tiers au moins de l'île, c'est-à-dire la plus grande partie du nord, tout le

centre et tout l'est sont formés de cette argile aride (1). Dans le sud et dans l'ouest, ainsi qu'à la pointe extrême nord, le sol est silico-calcaire.

» D'autre part, la répartition des pluies y est très différente suivant les régions. Dans l'est, sur le versant oriental de la chaîne côtière qui, surgissant brusquement de la mer, s'étage en gradins successifs jusqu'à une altitude de 1000^{m} environ et contre lequel se heurte le grand courant aérien venant de l'est avec toute la vapeur d'eau qu'il a enlevée à l'océan Indien (2), la chute d'eau est abondante pendant presque tous les mois de l'année (3) et considérable, puisqu'en certaines localités situées sur les côtes elle dépasse un total de 3^{m} (4). Mais le vent qui, montant le long des flancs de cette chaîne y dépose pendant toute l'année, au fur et à mesure de son ascension, son trop-plein de vapeur d'eau, n'amène de pluies sur le plateau Central et dans la région du nord-ouest que de la fin d'octobre à la fin de mars (5), époque où, dans l'hémisphère austral, la température est la plus chaude de l'année et l'air le plus humide (6); la chute d'eau est à peu près nulle pendant les six autres mois, où les vents, hâlant le sud-est, viennent d'un climat relativement plus froid. Quant aux plaines de l'ouest, et surtout à celles du sud, elles sont vouées à la sécheresse, le nombre de jours de pluie étant toujours très petit et la chute d'eau annuelle variant entre 200^{mm} et 400^{mm} au plus, au lieu de $1^{m},20$ comme sur le plateau Cen-

---

(1) D'après une analyse faite au laboratoire de l'Institut agronomique, ces argiles contiennent pour 1000 parties de terre brute : de 60 à 180 parties de gravier siliceux, de 1 à 6 d'acide phosphorique, de 0,1 à 1,82 d'azote, de 1 à 3,5 de potasse, des traces de magnésie et pas du tout de calcaire.

(2) Ce grand courant aérien, qui souffle toujours du sud-est au nord-est, se divise en trois branches devant la barrière que lui présente l'île de Madagascar : l'une longe la côte nord-est, l'autre suit la côte sud-est, toutes deux ayant la même direction que les deux branches formées par le courant marin équatorial, et la troisième gravit la chaîne côtière.

(3) C'est dans les mois de septembre, d'octobre et de novembre que les pluies sont le moins fréquentes.

(4) Il est tombé à Tamatave, pendant le mois de janvier 1892, la quantité extraordinaire de 840^{mm} dont 400^{mm} en quatre jours!

(5) Le total annuel est d'environ $1^{m},20$. En janvier 1892, qui a été le mois le plus pluvieux dans le centre de l'île, on a constaté une chute de 343^{mm} à Tananarive et de 399^{mm} à Fianarantsoa (pays des Betsileo).

(6) Dans la partie de l'océan Indien qui baigne l'Afrique, les pluies, assez rares d'avril à octobre pendant la saison tempérée jusqu'à 20° de la côte, sont beaucoup plus fréquentes de novembre à mars, c'est-à-dire pendant la saison chaude.

tral; en effet, les vents qui règnent, d'une manière presque constante, sur la côte sud-ouest, proviennent du contre-courant qui contourne la pointe méridionale de l'île et soufflent du sud-est, par conséquent de régions plus froides; ils n'ont donc pas de trop-plein de vapeur d'eau à déposer (1).

» Des faits précédents, il ressort qu'à Madagascar, bien que certainement il y ait, çà et là, des *îlots* ou des *filons* de bonne terre, dus principalement à la décomposition de roches volcaniques, et que les fonds des anciens lacs et les nombreux vallons marécageux soient propices à la culture du riz, les terres dans leur ensemble sont arides dans toute la partie de l'île où les conditions hygrométriques sont plus ou moins favorables et que, dans l'ouest et surtout dans le sud, où le sol silico-calcaire serait meilleur pour la végétation, la rareté des pluies oppose aux plantations de grandes et réelles difficultés (2). Sur la route qui mène d'Andovaranto à Tananarive, on trouve quelques beaux champs de caféiers, mais ces arbustes ont été plantés sur l'emplacement ou tout au moins dans le voisinage d'anciens parcs à bœufs où le bétail enfermé toutes les nuits pendant des années a modifié par une fumure intensive et continue la nature première de la terre, et on ne peut en rien déduire au point de vue de la fertilité naturelle et durable du sol. Il en est de même pour les cultures faites depuis une vingtaine d'années autour d'un certain nombre de villes et de villages de la province centrale : ces villes, qu'habite une population dense et dont le sol est le réservoir de tous les fumiers humains et animaux entassés sur place depuis des siècles, ont leur sol argileux profondément modifié, ameubli et fertilisé par cette longue et incessante accumulation de détritus de toutes sortes, et tout ce qu'on y plante y pousse naturellement fort bien; les pluies torrentielles de la saison chaude ont même peu à peu agrandi la zone fertile en s'infiltrant à travers les terres voisines après

(1) Quand on s'élève dans le canal de Mozambique, entre les caps de Saint-Vincent et de Saint-André, les vents de mars à novembre, qui soufflent aussi du sud, sont secs, mais, de novembre à mars, ils sont variables et viennent assez souvent du nord-ouest, par conséquent de régions relativement plus chaudes, et, à cette époque de l'année, il y a des pluies sur la côte ouest.

(2) Je me suis plu à réunir les opinions très diverses émises sur la valeur des terres de Madagascar par tous ceux qui ont visité cette île depuis sa découverte, et, en voyant le grand nombre et l'autorité morale de ceux d'entre eux qui ont proclamé que le sol y était aride et ingrat, je ne puis comprendre qu'on ait ajouté une foi aussi aveugle à la parole de ceux, moins nombreux et moins impartiaux, qui en ont vanté la fertilité d'une manière très exagérée.

s'être chargées de la partie soluble de ces engrais. Mais, en somme, il ne serait ni prudent ni exact de tirer de ces plantations, faites dans des conditions aussi anormales, la conséquence que l'Imerina, le pays des Betsileo et la partie montagneuse du Boina, qui ont, du reste, été de tout temps complètement dénudés, se prêteront facilement à des exploitations agricoles rémunératrices. En réalité, il n'y a guère de terres *naturellement* fertiles dans tout le massif montagneux central que dans les vallons et les fonds des anciens lacs desséchés par des drainages soit naturels, soit artificiels ([1]), où les Hova et les Betsileo cultivent le riz avec succès ([2]).

» Malgré le sol naturellement aride du versant oriental de la chaîne côtière, on eût pu espérer, à cause des pluies abondantes qui l'arrosent presque chaque jour, y faire avec succès certaines cultures; malheureusement à une zone de collines que séparent des vallons marécageux où l'eau, ne trouvant guère d'issue, s'amasse et croupit, succèdent des montagnes abruptes qui s'étagent les unes au-dessus des autres, ne laissant entre elles que des vallées très étroites où les terrains propres, par leur configuration, à des établissements agricoles, sont rares ([3]).

» La belle verdure qui couvre les coteaux et les vallons, les grandes plantes herbacées, telles que les longozes et les bambous qui y forment des fourrés presque impénétrables, les ravinals et les rofias qui ornent les fonds marécageux, les arbres qu'enjolivent les fleurs des orchidées et que surchargent des lianes et des épiphytes divers, donnent au versant oriental de la chaîne côtière un aspect riant et agréable, d'autant plus plaisant que les montagnes, qui se succèdent sans interruption, sont arrosées par d'innombrables torrents coupés de cascades; mais, si l'on creuse tant soit peu le sol que cachent ces plantes, on se convainc vite qu'il ne faut pas se fier à cet aspect, tout séduisant qu'il soit, et si, pénétrant sous bois dans les forêts vierges qui garnissent les hauts de la chaîne, on fouille les futaies, on s'aperçoit fort vite que les arbres à gros troncs sont rares en comparaison des arbres grêles que recouvrent des lichens et des mousses, indice certain d'une croissance lente et pénible. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner si les magnifiques espérances qu'avaient fait naître au début les premiers essais de plantation sur la côte orientale ont été déçues.

([1]) Telle est, par exemple, la grande et belle plaine de Betsimitatatra à l'ouest de Tananarive.

([2]) Les Hova et les Betsileo sont même arrivés par une irrigation intelligente à transformer en rizières les versants de certaines montagnes.

([3]) La région du sud-est est plus favorisée sous ce rapport que celle de l'est.

» Si de l'est nous passons dans l'ouest, nous trouverons, comme nous l'avons dit plus haut, un sol non plus composé de pure argile, mais d'une nature silico-calcaire (encore cependant plus ou moins argileux dans certaines parties). Ce sol, qui semble être d'essence assez fertile, est malheureusement trop sec, les pluies étant rares dans cette région de l'île; c'est sur les bords des fleuves que la culture semble avoir le plus de chances de réussir.

» Dans le sud-ouest, entre le Fort-Dauphin et le Mangoky, les pluies sont si rares et si peu abondantes que les Mahafaly et les Antandroy sont souvent plusieurs années sans récolter même du maïs ou du sorgho, qui forment la base de leur nourriture et qu'ils plantent régulièrement chaque année à l'époque à laquelle ils ont l'espoir, trop souvent déçu, de voir tomber de l'eau.

» En somme, tant à cause des conditions géologiques que des conditions météorologiques, l'ensemble des terres à Madagascar est loin d'être aussi propice à de belles et riches cultures qu'on l'a si souvent dit et qu'on le croit généralement; je dois toutefois insister sur ce que, si la majeure partie du pays est plus ou moins aride et si, en dehors des belles rizières qui existent dans le centre de l'île et qui, du reste, suffisent à peine à l'alimentation des habitants, on connaît peu de cantons dont le sol soit d'une fertilité naturelle et durable, il y a encore des provinces à peu près inexplorées, où l'on peut conserver l'espoir de découvrir, çà et là, surtout dans les régions volcaniques, des cantons plus ou moins étendus, propres au moins à certaines plantations. Une partie des terres argileuses elles-mêmes, grâce à un travail opiniâtre et persévérant et à une modification artificielle de leur nature première, pourrait être utilisée; mais, pour atteindre ce but, il faudrait deux conditions : beaucoup de bras et une abondance d'engrais et d'amendements; or Madagascar est très peu peuplé et ses habitants sont pour la plupart, au moins sur les côtes, paresseux et insouciants; même aujourd'hui, quoiqu'il y ait très peu d'exploitations agricoles ou industrielles, les travailleurs manquent, ce qui est un obstacle capital au développement de toute grande entreprise dans cette île, il faut les payer relativement cher et encore ne peut-on être assuré de leur assiduité. D'autre part, les amendements, notamment le calcaire, qui est si indispensable à la végétation et qui manque totalement dans la plus grande partie de l'île, ne pourraient être amenés sur les lieux qu'à des prix extraordinairement élevés et avec de grandes difficultés.

» Du reste, comme je l'ai dit au début de cette Note, ce n'est pas seule-

ment à Madagascar qu'il existe un semblable état de choses; dans les nombreux pays tropicaux que j'ai parcourus pendant une dizaine d'années, dans l'Amérique du Sud, dans l'Afrique centrale et dans l'Inde, j'ai vu de vastes étendues soumises aux mêmes conditions géologiques et météorologiques et tout aussi arides. M. Le Myre de Vilers, qui a été successivement gouverneur de l'Indo-Chine et résident général à Madagascar, et avec lequel j'ai eu maintes fois l'occasion de traiter ces sujets, a fait de son côté des constatations analogues; il pense même pouvoir formuler comme une loi générale qu'entre les tropiques la culture rémunératrice n'est le plus souvent possible que dans la vase des deltas formés à l'embouchure des fleuves et dans les vallées où, d'une part, s'accumule l'humus au fur et à mesure de sa production et où, d'autre part, les rivières entretiennent pendant toute l'année une certaine humidité utile à la végétation.

» Qu'il me soit permis, en terminant, de conseiller aux colons qui voudront faire à Madagascar des entreprises agricoles de se garder avec soin des illusions que pourrait leur donner, sur la fertilité durable du canton où ils projetteraient de s'établir, l'aspect de terres couvertes de bois ou de plantes herbacées d'apparence vigoureuse, et de ne rien entreprendre sans avoir dûment constaté la nature du sous-sol et les conditions météorologiques du lieu, parce qu'ils pourraient avoir à regretter, comme tant d'autres, d'avoir défriché à grands frais et mis en valeur des terres d'une fertilité médiocre et peu durable ou même le plus souvent nulle, sans compter que la main-d'œuvre y est et y sera longtemps encore rare. »

M. **Tisserand** présente à l'Académie les Tomes IX et X des « Œuvres de Laplace », qui forment, après la *Mécanique céleste* et le *Calcul des probabilités*, le second et le troisième Volume des Mémoires de Laplace.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1894.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Thore. — MM. Van Tieghem, Bornet, Duchartre, Blanchard, Chatin réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Milne-Edwards et Trécul.

Prix Savigny. — MM. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers, Blanchard, Perrier, Grandidier réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Ranvier et Sappey.

Prix da Gama Machado. — MM. Milne-Edwards, Blanchard, Perrier, Ranvier, de Lacaze-Duthiers réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Sappey et Van Tieghem.

Prix Montyon (*Médecine et Chirurgie*). — MM. Verneuil, Marey, Bouchard, Potain, Guyon, Larrey, Sappey, Chauveau, Brouardel réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Ranvier et Milne-Edwards.

Prix Bréant. — Commission permanente, composée de MM. les membres de la Section de Médecine et Chirurgie : MM. Marey, Bouchard, Verneuil, Guyon, Potain.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Digestion sans ferments digestifs*. Note de M. **A. Dastre**.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« On sait que le phénomène essentiel de la digestion consiste dans la transformation chimique des aliments (albuminoïdes, amylacés, sucres) en peptones et en glucoses sous l'influence, encore inexpliquée, de ferments solubles, enzymes ou zymases (pepsine, trypsine, ferment amylolytique ou diastase, invertine).

» Les chimistes ont réussi à reproduire plus ou moins facilement les effets de ces ferments digestifs par des moyens de laboratoire. En particulier, ils ont obtenu des peptones en chauffant des albuminoïdes en tube scellé à 180° avec de l'acide sulfurique dilué. Mais ce sont là des conditions excessives par rapport à celles de la nature vivante ; de plus, le phénomène chimique n'a pour ainsi dire que son terme de commun avec le phénomène physiologique.

» Je signale aujourd'hui une action particulière très vraisemblablement de nature physique ou chimique, qui réalise pas à pas le processus digestif des albuminoïdes, dans les conditions mêmes des véritables digestions, naturelles ou artificielles. C'est un caractère universel des ferments solu-

bles d'être détruits à la température de l'ébullition. Or il m'est arrivé au cours d'expériences sur la digestion des albuminoïdes crus, tels que fibrine fraîche et caséine, de trouver ces substances digérées dans des vases témoins dont le contenu avait été soumis préalablement à l'ébullition et où les ferments solubles avaient dû être certainement détruits.

» En recherchant les conditions et l'explication de ce fait paradoxal, je suis arrivé au résultat suivant : *Les substances albuminoïdes fraîches (fibrine, albumine, caséine crues) peuvent éprouver, sans addition explicite de sucs digestifs, la série des mêmes transformations que sous l'influence du suc gastrique, qu'elles soient laissées en contact suffisamment prolongé avec des solutions salines à dose antiseptique, telles que chlorure de sodium à* 10 *et* 15 *pour* 100, *fluorure de sodium à* 1 *et à* 2 *pour* 100, *chlorure d'ammonium à* 10 *ou* 15 *pour* 100.

» J'ai particulièrement étudié la fibrine fraîche en présence du fluorure à 2 pour 100 et du chlorure de sodium; la caséine donne lieu aux mêmes constatations, à un degré moins marqué; enfin, j'ai encore obtenu une petite quantité d'albumoses avec de l'albumine qui avait été soumise à la dialyse. On trouvera ailleurs les détails et les déterminations numériques ([1]). Je me borne ici à l'essentiel, quant aux précautions qu'exige l'expérience et à ses conditions. Les précautions tendent à exclure l'intervention de tout ferment soluble, analogue à la pepsine ou à la trypsine, c'est-à-dire capable d'exercer l'action même que l'on veut éliminer. La fibrine fraîche pourrait, à la rigueur, retenir de l'organisme quelque zymase susceptible d'agir sur elle à la longue. Des lavages alternatifs à froid, avec des solutions aseptiques et avec de l'eau, réduisent ou suppriment cette première cause d'erreur. Quant aux microrganismes qui pourraient s'introduire au cours de l'opération et apporter des ferments actifs, leur intervention est évitée par le fait même que l'albuminoïde est immergé dans une solution saline antiseptique. La seule précaution à prendre, c'est, comme je l'explique ailleurs, de maintenir exactement l'immersion, sans surnage de fragments de fibrine.

» La condition du phénomène, c'est le séjour prolongé (de quelques jours à quelques semaines) de l'albuminoïde dans la solution saline, à la température ordinaire : l'action est plus rapide et plus complète à la température de 40° et sous une lumière vive.

» On voit les fragments de fibrine, mis en suspension dans la liqueur,

([1]) *Archives de Physiologie*, avril 1894.

disparaître successivement, en proportions plus ou moins considérables. Cette disparition avait été observée déjà anciennement par Berzélius et Arnold, puis par Denis (de Commercy), en 1838, et constatée par un grand nombre de chimistes physiologistes; mais ces auteurs n'avaient aperçu, pour ainsi dire, que le premier degré du phénomène, et ils l'avaient interprété comme une simple dissolution. En réalité, la transformation est plus profonde et se poursuit progressivement au delà de ce premier terme. La partie que l'on appelle *fibrine dissoute* et qui n'a subi, en effet, qu'un minimum d'altération présente, comme l'a montré Arthus, les caractères de la globuline fibrinogène. A côté de celle-ci on trouve une seconde globuline coagulable vers 75° et ayant le caractère de la sérumglobuline. Puis on voit apparaître les protéoses (propeptones) en quantité croissante, et enfin les véritables peptones (1).

» Cette manière d'être est précisément celle de la digestion gastrique. Le suc gastrique, en effet, dédouble d'abord la fibrine en deux globulines identiques aux précédentes et comme elles coagulables respectivement à 54° et à 75°; puis il fournit des propeptones et une petite quantité de peptones vraies.

» Le processus est donc le même dans les deux cas; le point de départ, le terme et les stades intermédiaires sont les mêmes; les circonstances ambiantes les mêmes encore, et les agents d'exécution sensiblement inaltérés.

» Au point de vue pratique, ces observations ne peuvent évidemment pas offrir beaucoup d'intérêt. Elles mettront seulement en garde contre une cause d'erreurs possibles les physiologistes qui étudient la digestion en présence de solutions salines aseptiques (fluorure de sodium 2 pour 100, chlorure de sodium 10 pour 100), celles-ci étant capables, sans addition de suc gastrique ou pancréatique, de produire des propeptones et des peptones.

» Au point de vue théorique, il n'y a que deux interprétations possibles : ou bien, les transformations signalées sont dues à l'action physique des solutions salines sur l'albuminoïde instable, les agents physiologiques étant hors de cause; ou bien, elles sont dues à des traces de ferments solubles que tous nos efforts auraient été impuissants à écarter. Les consé-

---

(1) Nous donnons, comme exemple, le cas suivant : fibrine, $9^{gr},2$ (correspondant à 50^{gr} de fibrine fraîche) ont fourni : $2^{gr},28$ de globuline coagulable à 54° (fibrine dissoute); $0^{gr},50$ de globuline coagulable à 75° (sérumglobuline) et $3^{gr},6$ de propeptones et de peptones.

quences sont également intéressantes dans l'un et l'autre cas; mais des raisons d'analogie et des épreuves de contrôle m'obligent à adopter la première interprétation. On voit ainsi, comme je le disais en commençant, réalisée dans les conditions physiques les plus banales une transformation qui est le fait ordinaire des agents physiologiques, ferments solubles, enzymes.

» En dernier lieu, nous trouvons ici un nouvel exemple de l'extrême mutabilité des albuminoïdes avant que ces corps aient été fixés par une intervention énergique, comme celle de l'alcool ou celle du chauffage à 100°. Les stades de cette mutation ont une valeur incontestable au point de vue physiologique, puisqu'ils représentent les phases successives d'un phénomène vital; mais ils n'en ont pas nécessairement au point de vue chimique, et l'on ne prétend pas dire que l'on ait affaire à de véritables espèces chimiques. Au contraire, les faits précédents apporteraient, s'il en en était besoin, une confirmation à la doctrine soutenue par M. Duclaux de l'inanité des spécifications chimiques établies dans cette catégorie des produits organiques. »

CORRESPONDANCE.

M. **Barnard** adresse ses remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux dans la dernière séance publique.

M. **Eug. Rouché** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, devenue vacante par suite du décès de M. le général *Favé*.

(Renvoi à la Commission.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage de M. *A. Mannheim* ayant pour titre : « Principes et développements de Géométrie cinématique ».

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Gale faites à Nice et à Alger.* Dépêches télégraphiques transmises par M. TISSERAND.

« La comète Gale, découverte à Sydney le 3 avril 1894, et qui n'était d'abord visible que dans l'hémisphère austral, a été observée à Nice et à Alger le 28 et le 29 avril, dans les positions suivantes :

	Temps moyen de Nice.	Ascension droite.	Distance polaire.
Avril 28......	$8^h 15^m 48^s$	108°24′0″	117°35′32″
	Temps moyen d'Alger.		
Avril 29......	$8^h 27^m 22^s$	111°13′30″	113°37′59″

» M. Trépied dit que la comète est une nébulosité ronde, assez brillante, avec noyau et sans queue. L'observation de Nice a été faite par M. Charlois. »

ASTRONOMIE. — *Éléments elliptiques de la comète Denning* 1894. Note de M. L. SCHULHOF, présentée par M. Tisserand.

« M. Bigourdan ayant obligeamment mis à notre disposition une nouvelle observation, du 25 avril, la première obtenue après la pleine Lune, nous avons repris notre calcul. Notre prévision est confirmée.

» L'hypothèse parabolique est effectivement insuffisante pour représenter la marche de cet astre qui appartient au groupe toujours plus nombreux des comètes périodiques rattachées à Jupiter.

» Nous nous sommes servi de cinq lieux correspondant aux dates : 27 mars (15 obs.), 1er avril (4 obs.), 6 avril (3 obs.), 10 avril (1 obs.) et 25 avril (1 obs.).

» Les éléments elliptiques encore incertains auxquels nous sommes arrivés sont les suivants :

T = 1894 février 9,08813, temps moyen de Paris.

π	130°.22′.50″,2	Équin. et écl. moy. 1894,0
☊	85. 2.50,0	
i	5.27.36,2	
φ	42.50.47,6	
μ	526″,079	
$\log a$	0,552637	
ℜ	6^a,745	

» Ces éléments laissent subsister dans les lieux intermédiaires les écarts :

$\Delta\lambda$	$+5'',8$	$0'',0$	$-6'',3$
$\Delta\beta$	$+2'',4$	$+2'',4$	$+0'',5$

» D'après les éléments qui précèdent, la comète peut se rapprocher à 0,18 de l'orbite de Jupiter dans la longitude héliocentrique $l_j = 287°$; sa distance à cette planète était en 1889 inférieure à 1.

» La constante n_j, fournie par le criterium de M. Tisserand, indique la possibilité de l'identité de l'astre avec l'une ou l'autre des comètes périodiques insuffisamment déterminées de Grischow (1743 I) et de Blanpain (1819 IV) dont l'identité est admise par quelques astronomes.

» Voici les éléments approchés de ces trois comètes :

Noms.	n_j.	Π.	☊.	i.	e.	a.	l_j.
Grischow	0,525	95°	89°	2°	0,72	3,09	273°
Blanpain	0,517	69	79	9	0,71	3,11	248
Denning	0,517	130	85	5	0,68	3,57	287

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Denning* (1894 *mars* 26), *faites à l'observatoire de Toulouse* (*équatorial de* 0^m,25 *d'ouverture*); par MM. **E. Cosserat** et **F. Rossard**; transmises par M. Tisserand.

Dates 1894.	Étoiles de comparaison.	Comète — Étoile. Æ.	Comète — Étoile. Déclinaison.	Nombre de compar.	Observ.
Avril 9	*a* 2293 BD + 25°	$+0^m.16^s,88$	$-4'.36'',8$	16:20	E.C
9	*a* 2293 BD + 25	+0.27,53	−6.47,7	18:20	F.R
10	*b* 2265 BD + 24	+2.45,92	+5.31,2	12:20	E.C
23	*c* 2472 BD + 18	»	−0.46,3	10	E.C
23	*c* 2472 BD + 18	−0.36,91	»	9	E.C
23	*c* 2472 BD + 18	−0.34,37	−1.12,1	12:20	E.C
24	*d* 2475 BD + 18	−0.14,67	−3.11,3	16:20	E.C
24	*d* 2475 BD + 18	−0.10,66	−4. 4,6	12:20	F.R
25	*e* 2344 BD + 18	+1.57,59	+7. 4,2	15:16	F.R
25	*e* 2444 BD + 18	+1.59,75	+6.39,6	12:27	E.C

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1894.	Étoiles de comp.	Ascens. droite moyenne 1894,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1894,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s			
Avril 9...	*a*	10.39.18,42	+1,97	+24°.50′.34″,6	−2″,2	756 W_2, H. 10
10...	*b*	10.39.40,13	+1,95	+24. 8. 8,8	−2,0	13178 Paris
23...	*c*	11.13.14,83	+1,86	+18.15.25,2	−4,7	Position approchée
24...	*d*	11.14.52,45	+1,85	+17.53.31,3	−4,8	$\frac{1}{3}$(235 W_2, H. 10 + 2 Paris 13836)
25...	*e*	11.14.38,91	+1,83	+17.18.51,8	−4,9	233 W_2, H. 10

Positions apparentes de la comète.

Dates 1894.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Avril 9.....	9.30.30	10.39.37,27	$\bar{3}$,830	+24°.45′.55″,6	0,451
9.....	11. 9.52	10.39.47,92	$\bar{1}$,311	+24.43.44,7	0,487
10.....	11.12.54	10.42.28,00	$\bar{1}$,325	+24.13.38,0	0,502
23.....	9.52.26	»	»	+18.14.34,2	0,579
23.....	9.55.51	11.12.39,78	2,996	»	»
23.....	10.23.16	11.12.42,32	$\bar{1}$,179	+18.14. 8,4	0,587
24.....	9. 4.11	11.14.39,63	$\bar{3}$,297	+17.50.15,2	0,565
24.....	9.52. 4	11.14.43,64	$\bar{2}$,979	+17.49.21,9	0,606
25.....	8.28.44	11.16.38,33	$\bar{2}$,807$_n$	+17.25.51,1	0,604
25.....	8.53.44	11.16.40,49	$\bar{2}$,170$_n$	+17.25.26,5	0,588

GÉOMÉTRIE. — *Un théorème concernant les aires décrites dans le mouvement d'une figure plane.* Note de M. G. KŒNIGS, présentée par M. Appell.

« Soit M un point lié invariablement à une courbe I_m qui roule sans glisser sur une courbe I_f; appelons I le point de contact actuel, *centre instantané*. Je considère les aires balayées par le segment IM. Ces aires ont été déjà considérées par Steiner, qui a trouvé à leur sujet un théorème célèbre concernant le cas où une courbe fermée roule sur une de ses tangentes.

» Soit IT la tangente commune aux courbes I_f, I_m en leur point de contact I, menée dans le sens du mouvement du point I, et IN la direction de normale qui fait avec IT un angle égal à $+\frac{\pi}{2}$. Les rayons de courbure R_f, R_m de I_f, I_m seront positifs ou négatifs selon qu'ils auront le sens de IN ou le sens opposé. On trouve alors que si ds est l'élément d'arc de I_m, qui est aussi celui de I_f puisqu'il n'y a pas glissement; si p désigne la distance de M à la tangente IT et enfin r la distance IM, l'aire balayée par IM a pour différentielle

$$dA = \frac{1}{2} p\, ds + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{R_m} - \frac{1}{R_f}\right) r^2\, ds.$$

» Supposons qu'on prenne pour I_f, successivement trois courbes dont les rayons de courbure R_f, R'_f, R''_f aux points correspondant aux mêmes valeurs de s soient liées par l'équation

$$\frac{2}{R''_f} = \frac{1}{R_f} + \frac{1}{R'_f},$$

et soient A, A′, A″ les valeurs correspondantes des aires obtenues en faisant rouler la même courbe I_m et prenant le même point M. La formule précédente montre que *l'on aura, pour toute amplitude du roulement*,

$$2A'' = A + A'.$$

» Supposons, en particulier, que l'on prenne d'abord I_f et puis la symétrique de I_f par rapport à une tangente, ce qui revient à faire rouler I_m d'abord d'un côté de I_f et puis de l'autre; on aura

$$R'_f = -R_f \qquad \text{et} \qquad \frac{1}{R''_f} = 0.$$

L'aire A″ sera l'aire obtenue en faisant rouler I_m sur une de ses tangentes. On a donc ce théorème :

» *Si l'on fait rouler un arc fini* AB *d'une courbe quelconque sur un arc quelconque* CD *égal en longueur, et successivement d'un côté et de l'autre de cet arc, l'aire balayée par le rayon* IM *qui joint le centre instantané à un point* M *lié à l'arc* AB *est indépendante de la forme de l'arc* CD. Pour évaluer cette aire, on pourra, par exemple, choisir pour l'arc CD un segment de tangente. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les lignes de courbure des surfaces cerclées*. Note de M. **Lelieuvre**, présentée par M. Darboux.

« Soient un cercle de rayon R dépendant d'un paramètre μ variable, $\xi, \eta, \zeta, p, q, r$ les translations et rotations d'un trièdre trirectangle $Oxyz$ dont l'origine est le centre du cercle, Oz l'axe de ce cercle; déterminons un point M sur le cercle par l'angle φ de Ox avec OM et posons $\operatorname{tang}\frac{\varphi}{2} = t$; on constate que l'équation des lignes de courbure de la surface engendrée peut, en désignant par t' la dérivée $\frac{dt}{du}$, s'écrire ainsi

$$(c) \qquad (C + 2Rt')(2DRt' + F) - D(A^2 + B^2) = 0,$$

en posant

$$A = \xi(1 - t^2) + 2\eta t + R'(1 + t^2), \quad B = \zeta(1 + t^2) + R[2pt - q(1 - t^2)],$$
$$C = rR(1 + t^2) - 2\zeta t + \eta(1 - t^2),$$
$$2D = B\frac{\partial A}{\partial t} - A\frac{\partial B}{\partial t}, \quad F = R\left(B\frac{\partial A}{\partial u} - A\frac{\partial B}{\partial u}\right) + \xi(A^2 + B^2).$$

» D'ailleurs, l'équation différentielle des trajectoires orthogonales du cercle mobile est

$$C + 2Rt' = 0.$$

» Donc la condition pour que les lignes de courbure soient également inclinées en chaque point sur ce cercle est

$$CD - F = 0;$$

par suite, le polynome D divise alors F, et l'équation (c) devient

$$(c') \qquad (C + 2Rt')^2 - (A^2 + B^2) = 0;$$

de plus, on voit facilement que toute racine simple du polynome $A^2 + B^2 = 0$ vérifie identiquement l'équation

$$2DRt' + F = 0,$$

qui se réduit ici à $2Rt' + C = 0$; donc l'équation (c') aura une intégrale générale à points critiques fixes, et son intégration se ramènera à celle

d'équations de Riccati ou à des quadratures, suivant que $A^2 + B^2$ aura une ou deux racines doubles, ou ses quatre racines simples. Ainsi :

» *Quand les lignes de courbure d'une surface cerclée font en chaque point des angles égaux avec le cercle générateur, elles se déterminent par des équations de Riccati ou des quadratures* [1].

» Nous avons déterminé des surfaces particulières de ce genre dans chacun des cas qui peuvent se présenter :

» 1° $A^2 + B^2$ a une racine double et deux racines simples. Le cercle générateur a une enveloppe; il est orthogonal à une ligne Γ dont le rayon de courbure est proportionnel à l'arc et le rayon de torsion au carré de l'arc; son diamètre est égal à l'arc, et il est tangent à une développante de Γ.

» 2° $A^2 + B^2$ est carré parfait; les surfaces correspondantes sont des anallagmatiques à focale isotrope.

» 3° Les quatre racines de $A^2 + B^2$ sont distinctes; la surface a deux lignes d'ombilics; signalons, par exemple, celle qui est engendrée par un cercle de centre fixe tournant autour d'un de ses diamètres, de façon que l'angle de rotation soit proportionnel au logarithme népérien du rayon, ou par un cercle tournant autour d'une droite contenant le centre, de façon que la distance u de ce centre à une origine fixe, le rayon R et l'angle de rotation θ soient exprimés en fonction d'une variable auxiliaire ω par les formules

$$u \sin\omega = \text{const.}, \qquad R = -u\cos\omega, \qquad \theta = \cot\alpha \, L \tang\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\omega}{2}\right).$$

Cette surface est anallagmatique. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales analytiques des équations de la forme* $\frac{\partial^n z}{\partial y^n} = F(z)$, $F(z) = \sum a_{ik} \frac{\partial^{i+k} z}{\partial x^i \partial y^k}$, $i + k < n$. Note de M. **Delassus**, présentée par M. Appell.

« Dans une région où tous les a_{ik} sont analytiques, prenons un segment de droite, L, parallèle à Ox, ($y = y_0$), et cherchons l'intégrale z ayant pour

[1] M. Demartres (*Sur les surfaces à génératrices circulaires*, Gauthier-Villars, 1890) a déterminé les surfaces cerclées dont l'inclinaison des lignes de courbure sur la génératrice est constante le long de cette ligne, mais *différente de* 45° (sauf pour les anallagmatiques à focale isotrope).

fonctions initiales $X_0, X_1, \ldots, X_{n-1}$ développables en tous les points de L.

» Intégrons par approximations successives

$$\frac{\partial^n z_1}{\partial y^n} = 0, \qquad \frac{\partial^n u_2}{\partial y^n} = F(z_1), \qquad \frac{\partial^n u_3}{\partial y^n} = F(u_2), \qquad \ldots,$$

la première étant intégrée avec les conditions initiales $X_0, \ldots, X_{n-1}$ et les suivantes avec les conditions initiales $0, 0, \ldots, 0$.

» Supposons qu'au voisinage de $x_0 y_0$ (sur L), les séries X soient valables pour $|x - x_0| < \rho$ et les séries a_{ik} pour $|x - x_0| < \rho$, $|y - y_0| < \Delta$. Les séries $z_1, u_2, u_3, \ldots$ seront absolument convergentes dans le rectangle $\rho\Delta$.

» Remplaçons les séries X_i et a_{ik} par les séries correspondantes à coefficients positifs, X'_i et a'_{ik}, elles donneront naissance à des séries z'_1, u'_2, u'_3 absolument convergentes dans $\rho\Delta$, à coefficients positifs et qui seront respectivement majorantes en $x_0 y_0$ pour $z_1, u_2, u_3, \ldots$.

» Pour démontrer que la série $z_1 + u_2 + u_3 \ldots$ est absolument convergente dans $\rho\Delta$ et peut s'ordonner en $x - x_0$, $y - y_0$ dans tout ce rectangle, il suffit de montrer que la série des valeurs maxima des $z'_1 u'_2 u'_3 \ldots$ est convergente.

» Considérons un rectangle $\rho\varepsilon, \delta$; $(\varepsilon < 1, \delta < \Delta)$.

» Quelques remarques simples sur les séries en $x - x_0$, $y - y_0$ à coefficients positifs, nous conduiront à écrire l'inégalité générale

$$|u'_{m+1}| < \frac{\delta^n}{A^n_{n+m-1}} \frac{M}{1 - \frac{x - x_0}{\rho}} \sum \frac{d^{p_{m-1}}}{dx^{p_{m-1}}} \frac{\delta^{s_{m-1}}}{A^{s_{m-1}}_{s_{m-1}+m-2}} \frac{M}{1 - \frac{x - x_0}{\rho}} \sum \cdots$$
$$\cdots \sum \frac{d^{p_1}}{dx^{p_1}} \frac{\delta^{s_1}}{A^{s_1}_{s_1}} \frac{N}{1 - \frac{x - x_0}{\rho}},$$

vraie à l'intérieur du rectangle; dans le second membre, il faut faire $x = x_0 + \rho\varepsilon$, après avoir effectué les opérations et, en outre, dans chaque $\sum$, il faut faire varier les indices correspondants p et s de toutes les façons possibles, en vérifiant

$$n \geqq s \geqq p + 1 > 0.$$

» Soit U_{m+1} le second membre de l'inégalité, on a

$$U_{m+1} \doteq \frac{\delta^n}{A^n_{n+m-1}} \frac{NM^{m-1}}{1 - \varepsilon} \sum \cdots$$
$$\cdots \sum \frac{A^{p_1}_{p_1}}{A^{s_1}_{s_1}} \frac{A^{p_2}_{p_1+p_2+1}}{A^{s_2}_{s_2+1}} \cdots \frac{A^{p_{m-1}}_{p_1+\ldots+p_{m-1}+m-2}}{A^{s_{m-1}}_{s_{m-1}+m-2}} \frac{\delta^{s_1+\ldots+s_{m-1}}}{\rho^{p_1+\ldots+p_{m-1}}} \frac{1}{(1-\varepsilon)^{p_1+\ldots+p_{m-1}+m-2}}.$$

» La série $U_1 + U_2 + \ldots$ est convergente; le rapport $\frac{U_{m+1}}{U_m}$ tend vers o avec $\frac{1}{m}$. Ce rapport est de la forme

$$\frac{B_1 C_1 + B_2 C_2 + \ldots + B_\lambda C_\lambda}{B_1 + B_2 + \ldots + B_\lambda};$$

il est compris entre la plus grande et la plus petite des quantités C. Toutes ces dernières tendent vers o, chacune d'elles étant la somme de $\frac{n(n-1)}{2}$ fractions rationnelles en m, dont le numérateur est de degré inférieur au dénominateur.

» La série

$$z = z_1 + u_2 + u_3 + \ldots$$

étant une série en $x - x_0$, $y - y_0$ absolument convergente dans tout rectangle $\rho\varepsilon$, δ, l'est dans tout le rectangle $\rho\Delta$.

» De là on déduit immédiatement la propriété suivante :

» *Il existe une région* R *entourant* L *et telle que l'intégrale* z, *y soit analytique, quelles que soient les fonctions* X *développables en tous les points de* L.

» On étend immédiatement au cas d'un arc analytique au moyen d'un changement de variables.

» *Soit l un arc analytique régulier dont la tangente en aucun point n'est une caractéristique de l'équation proposée. Il existe une région* R *entourant l et telle que l'intégrale z soit analytique dans tout* R, *quelles que soient les fonctions initiales développables en tous les points de l.*

» Soit Γ une ligne singulière essentielle de z, non ligne singulière des coefficients. On pourra choisir un arc analytique régulier l dont la région R correspondante soit traversée par Γ (si Γ n'est pas une caractéristique). z, ayant des valeurs initiales analytiques sur l, sera analytique dans R et par suite pourra s'étendre analytiquement au delà de Γ. Donc :

» *Les lignes singulières essentielles des intégrales analytiques ne peuvent être que les lignes singulières des coefficients ou des caractéristiques* ($x =$ const.) *de l'équation.*

» Soit P la région où les a_{ik} sont analytiques, considérons la région Q formée par les points de P d'où l'on peut aller au segment l en suivant une caractéristique et sans sortir de P. Q sera la plus petite région, entourant l, intérieure à P, et limitée par des caractéristiques ou des lignes singulières des a_{ik}, de sorte que :

» *Quelles que soient les fonctions initiales analytiques sur l, l'intégrale z est analytique dans toute la région* Q *correspondante.*

» Si les fonctions initiales cessent d'être développables aux extrémités de l ou si celles-ci sont sur le contour de P, z sera analytique dans Q et, en général, ne pourra s'étendre analytiquement au delà.

» On voit ainsi que la région dans laquelle l'intégrale est analytique se détermine immédiatement, en général, au moyen des limites entre lesquelles les fonctions initiales sont développables. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de M.* Poincaré. Note de M. **Bendixon**, présentée par M. Poincaré.

« Dans sa thèse inaugurale (Paris, Gauthier-Villars, 1879) M. Poincaré a donné le développement des intégrales d'un système d'équations différentielles

$$(1)\qquad \left\{\begin{array}{l} \dfrac{dx_1}{dt} = \lambda_1 x_1 - X'(x_1, \ldots, x_n), \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \dfrac{dx_n}{dt} = \lambda_n x_n - X^n(x_1, \ldots, x_n), \end{array}\right.$$

où $X', \ldots, X^n$ sont développés suivant les puissances entières de x_1, $x_2, \ldots, x_n$ et ne contiennent que des termes du deuxième degré au moins.

» Ayant fait, quant aux quantités $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n$, les deux hypothèses que nous citerons ci-après, il fait voir que les intégrales du système (1) peuvent s'écrire sous la forme suivante

$$(2)\qquad T_1 = k_1 e^{\lambda_1 t}, \qquad T_2 = k_2 e^{\lambda_2 t}, \qquad \ldots, \qquad T_n = k_n e^{\lambda_n t},$$

$k_1, \ldots, k_n$ désignant des constantes d'intégration et $T_1, T_2, \ldots, T_n$ des fonctions holomorphes des x.

» Lesdites hypothèses sont les suivantes :

» *Hypothèse I.* — Ces n points $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n$ sont tous d'un même côté d'une certaine droite passant par l'origine.

» *Hypothèse II.* — On n'a pas de relation

$$m_1\lambda_1 + \ldots + m_{\nu-1}\lambda_{\nu-1} + m_{\nu+1}\lambda_{\nu+1} + \ldots + m_n\lambda_n = \lambda_\nu,$$

$m_1, \ldots, m_n$ désignant des nombres entiers positifs dont la somme est plus grande que 1.

» Cette dernière hypothèse n'est pourtant pas essentielle.

» Je veux en effet prouver que les développements (2) ont lieu dans tous

les cas où les quantités λ_ν ne sont assujetties à d'autres conditions que celles exprimées dans l'hypothèse I.

» Pour fixer les idées, nous supposons qu'il existe des relations de la forme

$$m_2\lambda_2 + \ldots + m_n\lambda_n = \lambda_1, \tag{3}$$

et nous voulons prouver que le système (1) a une intégrale première

$$T_1 = k_1 e^{\lambda_1 t}.$$

» Observons d'abord que l'on ne peut avoir qu'un nombre fini de telles relations (3), ce qu'il est aisé d'établir.

» Soit maintenant q la plus grande valeur que peut prendre $m_2 + \ldots + m_n$ quand la relation (3) est satisfaite, et soient $q_2, q_3, \ldots, q_n$ des nombres entiers satisfaisant aux deux équations

$$\begin{aligned} q_2\lambda_2 + \ldots + q_n\lambda_n &= \lambda_1, \\ q_2 + q_3 + \ldots + q_n &= q; \end{aligned}$$

je veux démontrer que l'équation

$$\frac{\partial z}{\partial x_1}(\lambda_1 x_1 - X') + \ldots + \frac{\partial z}{\partial x_n}(\lambda_n x_n - X^n) = \lambda_1 z \tag{4}$$

a une intégrale holomorphe développable suivant les puissances entières de $x_1, \ldots, x_n$ et telle que les termes de dimension $\leqq q$ se réduisent à $x_2^{q_2}\ldots x_n^{q_n}$.

» Soit, à cet effet,

$$T_1 = x_2^{q_2}\ldots x_n^{q_n} + \sum_{m_1+\ldots+m_n=q+1}^{\infty} C_{m_1\ldots m_n} x_1^{m_1}\ldots x_n^{m_n},$$

une série satisfaisant formellement à l'équation (4) et soit

$$X^\nu = \sum_{m_1+\ldots+m_n=2}^{\infty} A^\nu_{m_1\ldots m_n} x_1^{m_1}\ldots x_n^{m_n} \qquad (\nu = 1, \ldots n)$$

le développement de X^ν, on aura

$$[\lambda_1(m_1 - 1) + \lambda_2 m_2 + \ldots + \lambda_n m_n] C_{m_1\ldots m_n} = P_{m_1\ldots m_n}(C, A', \ldots A^n),$$

où P est une fonction entière à coefficients positifs des $A'_{\alpha_1\ldots\alpha_n}, \ldots, A^n_{\alpha_1\ldots\alpha_n}$ et des coefficients $C_{\alpha_1\ldots\alpha_n}$ où $\alpha_1 + \ldots + \alpha_n < m_1 + \ldots + m_n$.

» Ces formules nous permettent donc de calculer tous les coefficients de la série T_1.

» Afin d'établir la convergence de cette série, nous la comparons à la série

$$T = x_2^{q_2} \ldots x_n^{q_n} + \sum_{m_1+\ldots+m_n=q+1}^{\infty} C_{m_1\ldots m_n} x_1^{m_1} \ldots x_n^{m_n},$$

satisfaisant formellement à

$$(4\ bis) \qquad \frac{\partial z}{\partial x_1}(\lambda' x_1 - X) + \ldots + \frac{\partial z}{\partial x_n}(\lambda' x_n - X) = q\lambda' z$$

où λ' est positif et moindre que toutes les quantités

$$(5) \qquad \left| \frac{(m_1 - 1)\lambda_1 + m_2\lambda_2 + \ldots + m_n\lambda_n}{m_1 - q + m_2 + \ldots + m_n} \right|$$

où

$$m_1 + \ldots + m_n > q,$$

et où

$$X = \sum_{m_1+\ldots+m_n=2}^{\infty} A_{m_1\ldots m_n} x_1^{m_1} \ldots x_n^{m_n}; \qquad A_{m_1\ldots m_n} > |A_{m_1\ldots m_n}^{\nu}|_{\nu=1,\ldots,n}.$$

Il est aisé de voir qu'on peut toujours déterminer une telle quantité λ'.

» On démontrera ensuite que

$$C'_{m_1,\ldots,m_n} > |C_{m_1,\ldots,m_n}|.$$

» Il ne nous reste donc qu'à établir que la série T est convergente. Envisageons à cet effet l'équation

$$\frac{\partial z}{\partial x_1}[\lambda' x_1 - X] + \ldots + \frac{\partial z}{\partial x_n}(\lambda' x_n - X) = \lambda' z,$$

laquelle, d'après un théorème de M. Poincaré, a n intégrales de la forme

$$z_\nu = x_\nu + \sum_{m_1+\ldots+m_n=2}^{\infty} D_{m_1,\ldots,m_n}^{\nu} x_1^{m_1}, \ldots, x_n^{m_n} \qquad \nu = 1, \ldots, n.$$

» Il suffira alors de prendre

$$T = z_2^{q_2} \ldots z_n^{q_n}. \text{ »}$$

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'hystérésis et les déformations permanentes.* Note de M. P. **Duhem**, présentée par M. Darboux.

« Les recherches de M. Ewing, touchant l'*hystérésis magnétique*, ont jeté un assez grand jour sur les modifications permanentes pour qu'il nous semble possible d'en aborder la théorie.

» Si nous prenons un système défini par la température absolue T et une autre variable *normale* x, la variation infiniment petite δX de l'*action* qui le maintient en équilibre dans l'état (x, T) est donnée par l'égalité

$$\delta X = \frac{\partial^2 \mathfrak{F}}{\partial x^2}\delta x + \frac{\partial^2 \mathfrak{F}}{\partial x\, \partial T}\delta T, \tag{1}$$

$\mathfrak{F}(x, T)$ étant le potentiel thermodynamique interne du système. La démonstration de cette relation (1) suppose, entre autres conditions restrictives, que *toute suite continue d'états d'équilibre du système constitue une modification réversible.* Laissant de côté cette restriction et la relation (1) qui en découle, nous nous proposons d'étudier les systèmes pour lesquels δx, δT, δX sont liés par une relation de la forme

$$\begin{cases} \delta X = \dfrac{\partial^2 \mathfrak{F}(x, T)}{\partial x^2}\delta x + \dfrac{\partial^2 \mathfrak{F}(x, T)}{\partial x\, \partial T}\delta T + f(x, T, X)\,|\delta x| \\ (|\delta x| = \text{valeur absolue de } \delta x). \end{cases} \tag{2}$$

Cette relation constitue notre PREMIÈRE HYPOTHÈSE.

» Supposons, pour fixer les idées, la température T maintenue constante. Par chaque point du plan (X, x), il passe deux lignes : l'une indiquant comment X varie lorsque x croît (c'est la *ligne ascendante*), l'autre comment X varie lorsque x décroît (c'est la *ligne descendante*).

» DEUXIÈME HYPOTHÈSE. — *Le long de toute ligne ascendante ou descendante, la loi du déplacement de l'équilibre à température constante demeure vérifiée,* c'est-à-dire que l'on a $\delta X\, \delta x > 0$. Cette condition équivaut aux inégalités, vraies *dans tout le plan,*

$$\frac{\partial^2 \mathfrak{F}}{\partial x^2} + f(x, X) > 0, \qquad \frac{\partial^2 \mathfrak{F}}{\partial x^2} - f(x, X) > 0,$$

qui entraînent l'inégalité $\frac{\partial^2 \mathfrak{F}}{\partial x^2} > 0$.

» *États naturels.* — L'équation $f(x, X) = 0$ définit une ligne dont chaque point (x, X) sera un *état naturel* du système; une transformation infiniment petite accomplie autour d'un état naturel n'entraîne qu'une modification permanente infiniment petite du second ordre.

» Troisième hypothèse. — *Pour passer d'un état naturel* (x, X) *à un état naturel voisin* $(x + dx, X + dX)$, *il faut un travail perturbateur virtuel* $dX\,dx$ *plus grand que si l'hystérésis n'existait pas.* Cette hypothèse équivaut à l'inégalité suivante, *vraie en tous les points de la ligne des états naturels :*

$$\frac{\partial^2 \mathfrak{F}}{\partial x^2}\,\frac{\partial f}{\partial X} + \frac{\partial f}{\partial x} < 0.$$

» On en conclut sans peine que *la ligne des états naturels monte de gauche à droite.*

» Quatrième hypothèse. — Envisageons un cycle formé par une suite continue et fermée d'états d'équilibre; ce cycle est nécessairement *irréversible;* soit dQ la quantité de chaleur dégagée le long d'un élément de ce cycle. *Nous admettrons que l'on a encore* $\int \frac{dQ}{T} > 0$. On trouve sans peine que cette proposition équivaut à la suivante : *A droite de la ligne des états naturels, on a l'inégalité* $f(x, X) > 0$, *tandis qu'à gauche de la même ligne on a* $f(x, X) < 0$.

» Conséquences. — *Stabilité des états naturels.* Les inégalités obtenues entraînent deux propositions importantes qui sont les suivantes :

» 1° *Si la force oscille constamment de quantités infiniment petites autour d'une valeur moyenne invariable* X, *la variable* x *tend vers une limite telle que* (x, X) *soit un état naturel du système.*

» 2° *Si l'on fait varier la forme* X *de manière à empêcher la variable* x *de s'écarter sensiblement d'une valeur moyenne invariable* x, *la forme* X *tend vers une limite telle que* (x, X) *soit un état naturel du système.*

» Dans un travail spécial, nous développerons les considérations indiquées ici; nous montrerons, en particulier, comment elles s'appliquent soit à l'aimantation d'un corps magnétique, soit à l'allongement d'un fil; enfin nous les étendrons au cas où le système dépend de *plusieurs* variables normales autres que la température absolue T. »

PHYSIQUE. — *Sur une méthode nouvelle de détermination des températures critiques par l'*indice critique. Note de M. **James Chappuis**, présentée par M. Lippmann.

« En poursuivant un travail sur les indices de réfraction des gaz liquéfiés et de leurs vapeurs saturées, dont j'ai déjà eu l'honneur d'entretenir l'Académie, j'ai été conduit à examiner les variations de ces indices dans le voisinage de la température critique.

» J'ai disposé, dans ce but, un appareil permettant l'emploi des franges d'interférence, estimant que cette méthode, la plus délicate qu'on puisse employer dans ce genre de recherches, me permettrait de tracer, avec la plus grande exactitude, la courbe des variations des indices du liquide et de sa vapeur jusqu'à quelques dixièmes de degré de la température critique. Cette méthode a donné des résultats plus complets que je n'osais l'espérer et m'a permis de suivre, sans aucune interruption, les variations des indices par centième de degré depuis $+8^\circ$ jusqu'à $+35^\circ$, et de déterminer avec précision l'*indice critique*.

» Dans une prochaine Note, je donnerai les résultats relatifs aux indices; je ferai seulement connaître aujourd'hui la marche du phénomène et les conclusions qu'on en peut tirer au sujet de la température critique.

» J'ai essayé la méthode avec l'acide carbonique; le liquide était enfermé dans un bloc prismatique en acier dans lequel était creusée, suivant l'axe, une cavité cylindrique d'environ 6^{cm} de hauteur; vers la base se trouvaient deux regards fermés par d'épaisses glaces, qui laissaient entre elles une cuve à faces parallèles de $1^{cm},6410$ d'épaisseur; cette cavité était fermée dans le haut par un robinet à pointeau, qui permettait de la remplir par distillation, en reliant l'appareil à une bouteille à acide carbonique.

» Ce récipient était plongé dans une caisse à eau munie de glaces optiquement travaillées; les deux rayons fournis par des miroirs de Jamin, en sortant d'un compensateur de Billet, traversaient la caisse pleine d'eau dans laquelle l'un tombait sur la cuve à acide carbonique, tandis que l'autre rencontrait une lame de verre dont l'épaisseur était égale à celle des lames qui fermaient les regards.

» On observait les franges dans la lumière blanche; l'eau était portée rapidement à $+35^\circ$; le mouvement continuel d'un agitateur et un écoulement d'eau goutte à goutte à 45° environ permettaient de régler un abaissement régulier de la température de $\frac{1}{200}$ à $\frac{1}{100}$ de degré par minute. Dans ces conditions, on peut suivre les franges, qui restent toujours d'une observation facile sans même qu'il soit utile d'arrêter l'agitateur.

» De 35° à $31^\circ,61$, lectures brutes à un thermomètre Baudin donnant le

$\frac{1}{50}$ de degré : les franges restent immobiles, l'indice est constant; à partir de cette température, les franges tombent, l'indice augmente rapidement.

» La courbe des indices à 31,61 présente d'ailleurs une tangente verticale, et l'intersection de cette courbe avec la droite figurative de l'indice au-dessus de cette température est le *point critique de l'indice.*

» Les résultats obtenus de cette façon sont toujours identiques, et restent compris entre les nombres non corrigés 31,60 et 31,62; il n'en est pas de même si l'on procède par élévation lente de la température.

» J'ai communiqué à M. Guillaume, du Bureau international des Poids et Mesures, avec le thermomètre qui m'avait servi, le nombre moyen 31°,61 résultant de mes expériences; les corrections qu'il y a apportées, avec sa compétence bien connue, sont les suivantes :

Pour réduire à la température vraie du thermomètre à air.......	— 0°,337
Correction de pression extérieure (verre et mercure)...........	+ 0,117
Correction pour la tige incomplètement plongée.................	+ 0,011
Total..........................	— 0,209

» Ce qui réduit la lecture brute à 31°,61 — 0°,209 = 31°,401.

» La température critique serait donc de **31°,40**, nombre très voisin de celui qui résulte des déterminations de M. Amagat, 31,35.

» L'analogie est d'ailleurs complète entre la détermination de la température critique par la variation des densités et par la variation des indices; mais, dans toutes les méthodes jusqu'ici pratiquées, les physiciens ont signalé les difficultés que présentent les mesures à quelques dixièmes de degré du point critique et tous ont dû arrêter leurs expériences à une distance assez notable de ce point et n'ont pu que péniblement atteindre 31°. L'indice critique conduit donc à une détermination de la température critique d'autant plus sûre que l'observation n'est pas interrompue quelques dixièmes de degré au-dessous du point intéressant [1]. »

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle méthode pour la détermination de l'abaissement du point de congélation des dissolutions.* Note de M. **A. Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« Pour déterminer le point de congélation d'une dissolution aqueuse, on emploie généralement la méthode suivante : on abaisse suffisamment la

---

[1] Ce travail a été fait à l'École Centrale des Arts et Manufactures.

température de cette dissolution, pour qu'au contact d'une parcelle de glace, il y ait congélation d'une partie de l'eau; la température remonte, et la température maxima observée est le point de congélation de la partie restée liquide de la dissolution. On détermine la concentration de cette partie liquide d'après le degré de surfusion.

» Entre les mains de différents expérimentateurs, cette méthode appliquée à la dissolution d'un même sel dans l'eau a donné des résultats peu concordants; non seulement, pour une même concentration, les différences entre les températures de congélation données dépassent de beaucoup la limite des erreurs de chaque expérimentateur, mais la forme même de la courbe des abaissements du point de congélation en fonction de la concentration est différente.

» C'est ce qui m'a amené à rechercher une autre méthode de détermination des points de congélation. Considérant que le point de congélation d'une dissolution aqueuse est la température à laquelle cette dissolution est en équilibre avec la glace, j'ai cherché à réaliser expérimentalement cet équilibre de la manière suivante : je mets une dissolution en présence d'un excès de glace finement divisée, j'agite le mélange, je le soustrais le plus possible au rayonnement extérieur pour le maintenir à une température invariable; je lis cette température invariable, je décante la partie liquide de la dissolution et j'en détermine la composition par l'analyse.

» Cette méthode n'est qu'une extension de celle employée à la température cryohydratique des dissolutions.

» Ses avantages sur la méthode généralement employée proviennent de ce que l'on fait des mesures dans un état d'équilibre.

» 1° On est certain d'avoir une dissolution où il n'y a pas de glace en surfusion; il n'y a pas de correction à faire pour la concentration; quand on la détermine par les liqueurs titrées, une même liqueur titrée pouvant servir pour tous les sels d'un même genre, les comparaisons sont plus exactes.

» 2° On lit une température stationnaire; elle représente bien celle de la dissolution.

» La seule difficulté expérimentale de la méthode est d'avoir un rayonnement presque nul. Pour obtenir une température constante pendant assez longtemps avec une approximation de $\frac{1}{2000}$ de degré, en même temps que pour réaliser une vive agitation de la dissolution, j'ai employé l'appareil suivant :

» 1° *Détermination du point zéro du thermomètre.* — On met de l'eau pure

dans une éprouvette en verre entourée de drap et placée au fond d'un cylindre de laiton. Dans la partie supérieure de ce cylindre on descend un vase en laiton entouré de drap, et fermant ainsi ce cylindre au-dessus de l'éprouvette. Le fond de ce vase est traversé par le thermomètre, une tige de verre et un tube de verre, qui descendent au fond de l'éprouvette.

» Ce vase est fixé immobile à un support. Au contraire, on fait tourner le cylindre et l'éprouvette qu'il contient; alors les parties fixes, thermomètre, tige et tube de verre agitent l'eau de l'éprouvette.

» Dans le vase en laiton on met de la glace. Le cylindre tournant est au milieu d'un autre de diamètre double contenant de l'eau et de la glace; il est entouré d'une lame hélicoïde, de telle sorte que dans sa rotation il agite le liquide dans lequel il se trouve.

» Extérieurement, on met un mélange de glace et de sel marin qu'on maintient de -1° à -2°; l'eau entourant le cylindre tournant gèle peu à peu et, quand il s'est formé une gaine de glace, la température est très voisine de 0°.

» L'éprouvette est donc entourée de tous côtés par des milieux sensiblement à 0°; elle en est d'ailleurs séparée par du drap, ce qui fait que le rayonnement est presque nul. De plus, dans cette éprouvette on peut d'abord faire geler l'eau en partie afin de former une gaine de glace, et ajouter des paillettes de glace qui montent à la partie supérieure. Le thermomètre et l'eau sont donc encore entourés par la glace.

» On obtient ainsi une température constante pendant plusieurs heures, soit avec une agitation rapide, soit même après un repos prolongé.

» 2° *Détermination du point de congélation des dissolutions.* — Pour chaque sel on cherche la concentration d'une dissolution en équilibre avec la glace à une température choisie. Cette température est le point cryohydratique d'une dissolution d'un corps dans l'eau. On met un mélange de ce corps et de glace dans le vase en laiton au-dessus de l'éprouvette; autour du cylindre tournant on met le même mélange avec une dissolution saturée du corps dans l'eau.

» Le thermomètre étant descendu dans le cylindre tournant indique la température qu'on devra atteindre avec la dissolution du sel donné pour qu'elle soit en équilibre de température avec les milieux environnants.

» On prépare par tâtonnements dans un vase refroidi cette dissolution en partie congelée et à une température voisine. On la verse avec les paillettes de glace dans l'éprouvette, placée dans le cylindre tournant et dans laquelle on a produit à l'avance une gaine de glace. On met en place le

vase en laiton avec le thermomètre; on produit l'agitation; la température d'équilibre est atteinte au bout d'un temps variable; elle peut être constante pendant plus d'une heure. On en fait la lecture et on décante par aspiration la partie restée liquide de la dissolution.

» Dans une prochaine Communication je donnerai les résultats obtenus par cette méthode. »

CHIMIE. — *Sur le bromure cuivrique*. Note de M. **Paul Sabatier**.

« 1. *Bromure anhydre*. — Les solutions étendues de bromure cuivrique ont la couleur bleu pâle des solutions cuivriques ordinaires. Évaporées lentement à froid, elles prennent peu à peu une teinte vert-émeraude assez intense, qui fonce de plus en plus et devient rouge brun, semblable à celle de la teinture d'iode; puis il se dépose des cristaux noirs volumineux de bromure anhydre $CuBr^2$:

	Trouvé.	Calculé.
Brome (pour 100)................	71,4	71,7

Ces cristaux, très déliquescents, paraissent être des prismes clinorhombiques ($p : h^1$ voisin de 55°, $a^1 : h^1$ voisin de 110°). J'ai trouvé pour leur chaleur de dissolution dans l'eau à 12° :

Pour $CuBr^2 = 223^{gr},4$..............	$+7^{Cal},9$
Thomsen a trouvé.................	$8^{Cal},2$

» 2. *Bromure hydraté*. — En hiver, les solutions brunes abandonnent *parfois* à l'évaporation des cristaux vert-bouteille, que l'on obtient à coup sûr dans tous les cas en présence de cristaux semblables semés dans la liqueur. Ce sont de longues aiguilles brillantes qui affectent la forme d'un prisme clinorhombique non modifié; les mesures goniométriques rendues peu précises par la déliquescence et la friabilité des cristaux ont donné :

$$m : m = 115°,$$
$$m : p = 75°.$$

» L'analyse conduit à la formule $CuBr^2, 4H^2O$ (1).

	Trouvé.	Calculé.
Cuivre....................	22,6	21,4
Brome.....................	53,8	54,2

(1) Lœvig leur avait assigné la composition $CuBr^2, 5H^2O$.

» Ce sel se dissout dans l'eau avec un effet thermique très faible; c'est, d'après mes mesures, pour $CuBr^2, 4H^2O = 295^{gr},4$,

$$-1^{Cal},5 \text{ à } 7^{\circ},5.$$

» On déduit aisément, des données qui précèdent, la chaleur d'hydratation du bromure anhydre (rapportée à l'eau solide) :

$$CuBr^2 + 4H^2O \text{ sol.} = CuBr^2, 4H^2O$$

dégage $+3^{Cal},7$, c'est-à-dire moins de 1^{Cal} par molécule d'eau solide fixée.

» Or, j'ai montré antérieurement (*Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. I, p. 88) que, pour les divers chlorures métalliques hydratés, les molécules d'eau fixées avec une chaleur inférieure à 2^{Cal} (par molécule rapportée à l'état solide), se dégagent à froid par efflorescence dans un milieu maintenu sec.

» Il en est de même ici : maintenus sous cloche au-dessus d'acide sulfurique concentré, les cristaux verts se transforment rapidement en bromure noir anhydre. Laissés à l'air libre, tantôt ils tombent en déliquescence, si l'état hygrométrique est élevé; tantôt ils se déshydratent, si sa valeur est faible.

» La déshydratation a même lieu dans les dissolutions. Les solutions vertes chauffées deviennent aussitôt temporairement brunes et opaques.

» 3. *Solutions de bromure cuivrique.* — Les cristaux anhydres ou hydratés, abandonnés à l'air humide, se liquéfient en un liquide très coloré, brun très foncé, que la dilution progressive ramène au vert-bouteille de l'hydrate, puis au bleu pâle des solutions cuivriques étendues.

» L'alcool absolu dissout le bromure cuivrique anhydre, en donnant toujours des liqueurs rouges-jaunâtres très opaques, semblables à la teinture d'iode, et dont la nuance ressemble du reste à celle des solutions aqueuses riches en bromure.

» Si l'on ajoute une très faible quantité de bromure cuivrique à de l'acide bromhydrique concentré, la dissolution obtenue possède une magnifique couleur pourpre d'une intensité extraordinaire. Celle-ci se manifeste d'autant mieux que l'acide est plus concentré; mais elle est encore très forte dans un acide fumant renfermant $HBr, 6,5H^2O$.

» Au contraire, une faible dilution du liquide fait disparaître la teinte; mais, en chauffant, on la rétablit en partie, quoique plus jaunâtre. Avec une dilution plus forte, elle ne peut plus reparaître.

» 4. *Réaction caractéristique des sels cuivriques.* — Cette coloration très

intense permet de reconnaître des traces de bromure cuivrique : elle sera également fournie par des traces d'un sel cuivrique quelconque qui, au contact d'un excès d'acide bromhydrique concentré, se transformera en bromure.

» En effet, si, dans 1^{cc} environ d'acide bromhydrique concentré *incolore*, on verse une seule goutte d'une solution cuivrique contenant 1 atome de cuivre dans 4^{lit}, on observe une teinte pourpre très brillante. Avec une goutte d'une solution cent fois plus diluée (1 atome de cuivre dans 400^{lit}), la coloration est lilas. Elle demeure encore appréciable pour une goutte de liqueur cinq fois plus étendue (1 atome de métal dans 2000^{lit}), c'est-à-dire d'un liquide ne contenant que 1 partie de cuivre pour 30 000 parties d'eau. La dose de cuivre ainsi décelée dans la goutte de liquide ne dépasse pas $0^{mgr},0015$.

» L'acide bromhydrique concentré peut être avantageusement remplacé par du bromure de potassium cristallisé associé à une solution saturée d'acide orthophosphorique. Ce mélange, légèrement chauffé, se colore par refroidissement, si la goutte ajoutée est assez riche en cuivre, en lilas plus ou moins pâle, si elle est pauvre.

» J'ai constaté que ce procédé de recherche du cuivre est plus sensible que toutes les autres réactions rapides employées d'ordinaire (1).

» Le ferrocyanure de potassium accuse le cuivre à la dilution de 1 atome pour 800^{lit} : à celle de 1600^{lit}, il ne l'indique plus. L'hydrogène sulfuré colore encore la solution à 1600^{lit}, mais non plus celle à 2000^{lit}, qui fournit pourtant avec l'acide bromhydrique une coloration appréciable.

» Le cuivre se trouve ainsi indiqué même dans les combinaisons cuivriques insolubles, sulfure précipité, phosphate, silicate, etc. (2).

» D'ailleurs, l'essai n'est pas gêné par la présence dans le liquide de petites quantités d'autres métaux à sels colorés, nickel, cobalt, et même fer.

» Une réaction analogue avait été proposée, il y a quelques années, pour caractériser les sels cuivriques, par M. Denigès (*Comptes rendus*, 1er semestre,

(1) Le dépôt lent du cuivre sur une tige de fer donnerait sans doute une sensibilité encore supérieure.

(2) Si le cuivre est au minimum, il suffit d'ajouter au mélange quelques gouttes d'eau de brome; on chasse l'excès de brome par l'ébullition : par refroidissement, la coloration du bromure cuivrique se manifeste. Ainsi des écailles de sous-sulfure de cuivre donnent très bien la réaction.

1889; p. 568) qui l'opérait en ajoutant à du bromure de potassium solide de l'acide sulfurique un peu étendu d'eau, puis le liquide cuivrique; il l'expliquait par la formation de bromure cuivrique, déshydraté par l'acide sulfurique, et la dissolution de ce sel anhydre dans l'excès de bromure alcalin. Cette méthode est moins sensible que celle qui a été décrite plus haut : si l'acide sulfurique est trop concentré, il y a mise en liberté de brome qui masque la coloration cuivrique; si l'acide est assez dilué, cette dilution affaiblit la teinte.

» La cause de cette coloration doit, d'après nous, être attribuée à la formation d'un bromhydrate de bromure cuivrique, ainsi que nous nous proposons de l'établir dans une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une acétone non saturée naturelle.* Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« L'essence de Lemon Grass (*Andropogon citratus*) contient, comme on le sait par le travail de F.-D. Dodge (*American Journal,* t. XII, p. 553), une aldéhyde répondant à la formule $C^{10}H^{16}O$ à laquelle ce savant a donné le nom d'*aldéhyde citriodorique*. Dans le but de nous procurer cette aldéhyde, nous avons traité une assez grande quantité d'essence de lemon grass. Après quatre ou cinq distillations dans le vide, nous avons réussi à séparer cette essence en trois portions : l'une bouillant à 65-75° sous 12^{mm}, la seconde bouillant à 110-115° à la même pression et constituant l'aldéhyde citriodorique, la troisième forme un liquide visqueux et brun qui n'a pas été étudié.

» La portion inférieure a été ensuite distillée à la colonne à la pression ordinaire; elle bout entièrement de 170° à 175°; elle est considérée dans le commerce comme constituée par un terpène, car certaines maisons vendent de l'essence de lemon grass débarrassée de son terpène (terpenfrei). Nous avons examiné des essences de lemon grass de provenances différentes et nous avons constaté que les portions inférieures étaient constituées en général par un mélange d'une acétone non saturée se combinant aisément au bisulfite et d'un terpène.

» Dans un cas, l'acétone était exempte de terpène; dans un autre cas, l'essence de lemon grass renfermait 50 pour 100 de terpène contenant seulement une petite quantité d'acétone. Nous avons séparé ces deux corps en combinant l'acétone au bisulfite de sodium, essorant la combinaison cristallisée et la lavant à l'éther; la solution éthérée contient le terpène. On décompose ensuite le dérivé bisulfitique par le carbonate de sodium.

On perd dans cette opération la majeure partie de l'acétone qui se transforme en un dérivé bisulfitique soluble, indécomposable par le carbonate de sodium. L'acétone régénérée est desséchée par distillation avec l'anhydride acétique. Elle possède une odeur pénétrante assez agréable et bout à 169-170° à la pression ordinaire.

» Cette acétone a pour composition $C^8H^{14}O$.

	Trouvé.		Calculé pour $C^8H^{14}O$.
C...........	76,06	C.............	76,19
H............	11,12	H.............	11,11

» Le poids moléculaire, déterminé par la méthode de Raoult, a été trouvé

				Calculé.
1°..........	125,8	2°..........	125,5	126

$$d_0 = 0,8632.$$

$$n_{645} = 1,4608, \qquad n_{452,6} = 1,4760 \quad \text{à} \quad 15°,6.$$

» Traitée par l'hypobromite de sodium et l'iodure de potassium, cette nouvelle acétone fournit à froid de l'iodoforme; ce fait, rapproché de l'existence du dérivé bisulfitique, permet d'affirmer l'existence d'un groupe $-CO-CH^3$.

» Dans le but de déterminer sa constitution, nous l'avons soumise à l'oxydation par le bichromate de sodium en solution sulfurique. Nous avons opéré, soit en faisant tomber le mélange oxydant sur l'acétone, soit en ajoutant peu à peu l'acétone au mélange oxydant. Cette oxydation fournit, dans les deux cas, de l'acétone ordinaire, de l'acide carbonique, de l'acide formique et de l'acide acétique. Nous pouvons affirmer qu'il ne se forme pas d'acides volatils de condensation supérieure. Nous avons fait une recherche très soignée de ces derniers en utilisant une méthode indiquée récemment par M. Wechster (*Monat. für Chem.*, t. XIV, p. 462).

» Nous avons extrait les acides volatils du mélange oxydant par distillation dans la vapeur d'eau; le liquide acide a été neutralisé exactement par de la potasse titrée, puis concentré à un petit volume et ensuite additionné d'une quantité d'acide sulfurique étendu correspondant au cinquième de l'acidité totale, et enfin distillé à nouveau dans la vapeur d'eau. Les acides à poids moléculaire élevé doivent se trouver dans cette portion si le mélange en contient. Le liquide acide distillé est ensuite mis à digérer à l'ébullition avec du carbonate d'argent récemment précipité, filtré bouillant et concentré à cristallisation. Le premier dépôt qui doit contenir les acides supérieurs est cristallisé dans l'eau bouillante et analysé. C'était de l'acétate d'argent pur.

» Ces diverses expériences ne nous permettent d'admettre pour cette acétone naturelle que la constitution :

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} > C = CH-CH^2-CH^2-CO-CH^3$$

qui en fait la méthyl 2-heptène-2-one-6.

» On voit que ses constantes physiques et les produits de son oxydation ne permettent pas de confondre cette nouvelle méthylhepténone avec celle dont nous avons récemment réalisé la synthèse (*Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 199).

» Cette méthylhepténone est la première acétone grasse non saturée qui ait été décrite; mais on a dérivé deux de ses isomères de composés naturels. La méthylhepténone, obtenue par M. Wallach dans la distillation de l'anhydride cinéolique (*Ann. Chim.*, t. CCLVIII, p. 319; *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. V, p. 899), possède des propriétés physiques très voisines de celles de la nôtre, mais elle s'en distingue par son action sur le chlorure de zinc; ce réactif n'agit sur notre acétone qu'à haute température en donnant des produits visqueux, tandis qu'il transforme aisément la méthylhepténone de M. Wallach en dihydrométaxylène.

» Enfin MM. Tiemann et Semmler (*Bull. Soc. chim.*, 13e série, t. IX, p. 983) ont obtenu une méthylhepténone en oxydant par le mélange chromique le géraniol et l'aldéhyde citriodorique elle-même à laquelle ils donnent le nom de *citral*. Il était raisonnable de penser, étant donnée l'origine de notre acétone, qu'elle serait identique à celle obtenue par MM. Tiemann et Semmler; les propriétés physiques sont, en effet, très voisines. Afin de vérifier cette identité, nous avons cherché à réaliser la préparation du dérivé bromé cristallisé décrit par les deux savants allemands. Nous avons obtenu un produit jaune, visqueux et plus lourd que l'eau qui a obstinément refusé de cristalliser.

» Le produit employé pour cette expérience était régénéré du bisulfite et, par conséquent, parfaitement pur; il faut donc, malgré toutes les vraisemblances, que notre produit soit différent de celui de MM. Tiemann et Semmler. Il y a là une anomalie singulière que nous nous proposons d'éclaircir.

» La méthyl-2-heptène-2-one-6 fournit une oxime liquide bouillant à 111° sous une pression de 10^{mm}; cette dernière se combine énergiquement à l'anhydride acétique en fournissant un dérivé acétylé également liquide qui distille sous la même pression, aux environs de 125°, en se décomposant pour la plus grande partie.

» Nous avons examiné le terpène qui accompagne la nouvelle méthylhepténone dans l'essence de lemon grass. Nous l'avons purifié par distillation sur le sodium. Il bout à 175°. Son pouvoir rotatoire est $\alpha_D = -5°48'$. Il fixe exactement 4 atomes de brome.

» Ce dérivé bromé n'a fourni qu'une très petite quantité de cristaux fondant à 85° : ce n'est donc pas un limonène. L'absence de ce terpène dans certains échantillons d'essence de lemon grass, sa très grande abondance dans certains autres, nous portent à croire qu'il ne s'y trouve que par suite d'une falsification. »

ZOOLOGIE. — *Une action purement mécanique suffit aux Cliones pour creuser leurs galeries dans les valves des Huîtres.* Note de M. **Letellier**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« On sait depuis longtemps que les Cliones, ces éponges perforantes qui causent parfois de grands dégâts dans les huîtrières, creusent elles-mêmes dans les valves des huîtres les galeries qu'elles habitent. M. Topsent a montré que ce n'est pas par une action chimique, car les tissus de l'éponge ne sont pas acides et les lunules qu'elle détache des valves de l'hôte ne sont pas corrodées sur les bords. Il semble cependant au premier abord difficile d'admettre qu'un procédé purement mécanique puisse suffire aux Cliones pour perforer en tous sens les valves d'une huître. Mes expériences m'ont fait voir que les tissus de ces éponges sont assez résistants pour arracher parcelle par parcelle le calcaire et même la nacre des coquilles d'huître.

» En employant les méthodes ordinaires, en cherchant à rompre par traction des prismes taillés dans les valves d'une huître, on ne peut pas en déterminer le coefficient de rupture, parce que l'effort à faire varie avec la valve dans laquelle les prismes ont été découpés, avec l'orientation des bandes de nacre, avec l'état de vétusté de la coquille et avec son imbibition plus ou moins grande par l'eau de mer. D'ailleurs, les Cliones n'ont pas de prismes à rompre : collées intimement aux parois des galeries qu'elles creusent, elles ne peuvent, dans l'hypothèse d'une action purement mécanique, qu'exercer des pressions ou des tractions sur les surfaces en contact. Il est clair que l'embryon ne peut pas commencer sa logette, en détachant par pression des lunules de calcaire ou de nacre de la coquille d'huître sur laquelle il s'est fixé. Adulte, la Clione peut fort bien, à cause de la forme de ses galeries qui présentent de place en place des diaphragmes percés d'une étroite lumière, exercer des pressions, même grandes, sur l'extré-

mité des galeries; et l'expérience montre qu'on détache des lunules de calcaire, semblables à celles qu'on observe dans le canal central des Cliones, en pressant avec une pointe mousse sur le calcaire des valves d'une huître. Mais il est plus probable que ces éponges emploient pour allonger leurs galeries le moyen qui a servi à l'embryon pour les commencer, qu'elles procèdent par traction ou succion.

» Je colle verticalement des épingles sur des coquilles d'huître; je plonge ensuite le tout dans l'eau de mer et, au bout de quelques jours, je détermine l'effort qu'il faut faire pour les arracher en entraînant des parcelles de calcaire ou de nacre. Je trouve qu'il faut une traction moyenne de 7^{gr} à 8^{gr} par millimètre carré.

» L'expérience, pour être concluante, doit être faite en recourant à la méthode imaginée par Jamin pour l'étude des champs magnétiques. Je fixe à la table, au moyen d'une bande de caoutchouc, un des plateaux d'une balance hydrostatique dont je maintiens le fléau horizontal à l'aide d'un poids convenable placé dans l'autre plateau. Au-dessous de ce dernier est suspendue une poulie sur la gorge de laquelle passe un fil de soie qui s'enroule, par une de ses extrémités, sur un treuil fixé à la table, tandis que l'autre extrémité porte un crochet qui sert à saisir les épingles. En enroulant le fil, je tire chaque épingle verticalement avec une force graduellement croissante et sans secousses. Quand l'épingle est détachée, le fléau redevient horizontal, mais un style qui frotte sur une lame de verre enfumée a tracé le déplacement limite éprouvé par le fléau, et il est facile, soit au moyen de poids marqués, soit en construisant, une fois pour toutes, la courbe des tractions qui correspondent aux différents allongements de la bande de caoutchouc, de savoir exactement et rapidement l'effort qu'il a fallu faire pour arracher de la coquille la lame de calcaire restée adhérente à l'épingle.

» Si précieuse que soit cette méthode qui, dispensant de tailler des prismes, permet de mesurer le coefficient d'arrachement de lames très minces, je n'ai pas cru devoir m'en contenter. Les mouvements amiboïdes des cellules contractiles des Cliones produisent, en effet, des torsions en même temps que des tractions. Pour me rapprocher davantage de ce qui se passe dans la nature, j'ai fixé de minces baguettes de gutta-percha sur le calcaire et sur la nacre de diverses coquilles d'huître, et, les tordant alternativement dans un sens et dans l'autre avec les doigts, j'ai détaché, avec beaucoup de patience, celle des Cliones, des lunules semblables, sauf les dimensions plus grandes, à celles que l'on voit dans le

canal central de ces éponges. Ou bien encore, recouvrant d'une mince couche de caoutchouc la valve d'une huître, j'ai collé par leur extrémité sur cette lame des fils de caoutchouc ayant 1^{mmq} de section et 3^{cm} ou 6^{cm} de longueur. Après une immersion suffisante dans l'eau de mer, j'ai fixé l'extrémité libre des fils de caoutchouc à l'axe d'un tour à archet placé verticalement. En imprimant à ces fils des torsions alternatives de un tour et demi en sens contraires, j'ai produit tout à la fois des torsions et des tractions, excessivement faibles, il est vrai, mais très multipliées. Or, quand la lame de caoutchouc s'est détachée, en regard de l'extrémité du fil, j'ai vu des parcelles de calcaire ou de nacre qui y étaient restées adhérentes. Un effort excessivement faible, mais prolongé, presque impossible à mesurer pour une surface de 4μ carrés, celle des lunules que détache une Clione, suffit donc à amener l'arrachement de parcelles de calcaire ou de nacre. L'expérience montre que les tissus des Cliones peuvent fort bien résister à semblable effort et, par conséquent, l'exercer elles-mêmes sur la coquille de l'hôte.

» En découpant des bandes prismatiques dans la partie superficielle des éponges revêtantes, on peut, par la méthode déjà indiquée, déterminer leur coefficient de rupture, lequel est 20^{gr} environ. Mais il est préférable, à cause de la quasi-identité des tissus aux deux extrémités des Cliones, de chercher la résistance à la rupture des tissus plus actifs, des tissus des oscules. On me croira sans peine quand je dirai que cette résistance est variable; je l'ai trouvée comprise entre 10^{gr} et 15^{gr}.

» Ainsi les tissus des Cliones peuvent résister à des tractions capables d'arracher des parcelles de calcaire ou de nacre des valves d'une huître. Mais ces tissus exercent-ils réellement ces tractions? Il le semble bien. MM. Topsent et Nassonow ont noté l'extraordinaire activité des cellules contractiles des Cliones; ces cellules éprouvent des contractions si grandes qu'elles laissent souvent en arrière de minces filets protoplasmiques que Nassonow a cru chargés de découper les lunules. En tous cas, il est acquis qu'il suffirait aux Cliones de contracter énergiquement les cellules de leur tissu pour arracher des parcelles de calcaire de la valve de leur hôte. De là à conclure que c'est ainsi qu'elles creusent leurs galeries, il n'y a qu'un pas à franchir et je le franchis. En effet, s'il était besoin de quelque autre argument pour avoir la certitude que c'est uniquement par un procédé mécanique que l'éponge creuse ses galeries, j'en trouverais un dans cette observation qui semble avoir passé inaperçue : *la Clione perce toujours la nacre perpendiculairement à sa surface et jamais elle ne se creuse de galeries*

dans son épaisseur. Elle n'agit pas de même quand elle pénètre dans le calcaire : ses galeries s'étendent dans tous les sens. Or l'expérience montre que, tandis que le calcaire est sensiblement équirésistant dans tous les sens, la nacre vieille, qui est à peu près aussi facile à dissocier que le calcaire quand la traction est perpendiculaire à sa surface, présente, au contraire, une résistance énorme à la rupture lorsque cette traction lui est parallèle. Si l'on admet que la Clione creuse sa galerie mécaniquement, l'observation que je cite a une explication simple : si on ne l'admet pas, on ne peut en présenter aucune raison plausible. »

ZOOLOGIE. — *Sur le système glandulaire des Fourmis*. Note de M. **Charles Janet**, présentée par M. Blanchard.

« Les glandes dites *salivaires* des Hyménoptères ayant été l'objet de plusieurs Notes présentées récemment à l'Académie des Sciences [1], je crois intéressant de résumer les observations que j'ai eu l'occasion de faire, sur le même sujet, chez les Fourmis. Le type principalement étudié a été *Myrmica rubra* L. femelle, mais les autres Fourmis examinées (*Lasius*, etc.) ne m'ont pas fourni de différences essentielles.

» L'énumération que je vais donner pourra, au premier abord, paraître différer notablement de celle qui résulte des observations de M. Bordas; mais la différence est plus apparente que réelle, parce qu'il considère comme glandes distinctes des groupes de cellules qui sont ici réunis sous une même dénomination. De plus, je n'adopte pas la méthode qui consiste à donner à une glande un nom tiré de la situation que ses acini occupent dans le corps de l'Insecte. Les homologies et, par conséquent, les dénominations des glandes doivent être établies d'après la situation de leurs orifices, c'est-à-dire d'après la position morphologique des points où elles prennent naissance.

» Je laisse ici de côté les glandes pharyngiennes et toutes les autres glandes dépendant du tube digestif, ainsi que la glande principale et la glande accessoire de l'appareil vénénifique [2]. Je ne m'occuperai que des autres glandes qui constituent le système glandulaire proprement dit.

---

(1) Bordas, *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 296, etc.

(2) Les glandes de l'appareil vénénifique ne sont pas connues seulement chez l'Abeille. Elles ont été décrites, en particulier, avec beaucoup de détail, chez les Four-

» Toutes les glandes que je vais citer sont formées de très grosses cellules pourvues chacune d'un gros noyau et d'un petit canal excréteur chitineux déjà bien souvent décrit (Leydig, etc.). Ces cellules peuvent rester bien isolées les unes des autres : elles sont alors sphériques ou piriformes et, dans ce dernier cas, le canal excréteur sort de la cellule au sommet de son extrémité effilée et le noyau est rapproché de cette extrémité. Elles peuvent encore, tout en restant bien distinctes, être serrées les unes contre les autres et devenir planes sur leurs faces de contact. Elles peuvent enfin se souder en paquets plus ou moins volumineux.

» D'une façon générale, on peut dire que chaque segment, à l'exception de quelques-uns où elles ne se sont pas développées, possède un groupe pair de ces cellules.

» La glande située à la base de l'*antenne* des hyménoptères n'a, que je sache, encore été vue par aucun auteur. Elle est représentée (8) dans la première des figures qui accompagnent la dernière Note que j'ai présentée à l'Académie. C'est un groupe formé d'un très petit nombre de cellules isolées dont les canaux excréteurs vont, chacun isolément, déboucher dans une petite fossette du cadre articulaire de l'antenne.

» La glande *mandibulaire*, déjà bien vue par Meinert, est extrêmement développée chez les Fourmis. Ses cellules, plus ou moins serrées les unes contre les autres, mais bien distinctes, sont logées sur les côtés de la tête en avant des ganglions optiques. Les canaux excréteurs, non fusionnés mais groupés en faisceaux, aboutissent à un crible situé sur le côté interne d'un vaste réservoir, à parois très minces, qui s'effile en un conduit dont l'orifice de sortie, en forme de fente allongée et protégée par une petite languette chitineuse, se trouve à la partie supérieure de la base de chaque mandibule. Les variations de volume de ce réservoir, qui peut contenir une quantité plus ou moins grande de liquide, se font, en partie, aux dépens du gros tronc trachéen qui passe dans son voisinage.

» Les cellules de la glande du segment des *mâchoires* sont situées, assez près du plan médian, dans le voisinage de cette dépression des téguments que M. Bordas désigne, très exactement, sous le nom de *prébuccale*. Elle se trouve ainsi au-dessous de la bouche, c'est-à-dire de la partie du tube digestif comprise entre l'orifice buccal et le pharynx. Elle est formée d'un

---

mis (Forel, etc.). La disposition des orifices de ces deux glandes, dont la principale est munie d'un organe de fermeture que je décrirai prochainement, est indiquée dans mes *Études sur les Fourmis*, 5e Note, *Soc. Ac. Oise*, mars 1894 (fig. 5).

groupe arrondi de cellules dont les canaux excréteurs, accolés en un faisceau, vont déboucher sur un crible situé, de chaque côté, dans l'angle latéral de l'orifice buccal. On verra, dans mes recherches sur l'anatomie et le développement des Fourmis, les raisons pour lesquelles ce groupe de cellules doit être considéré comme appartenant au segment des mâchoires.

» La glande que, d'après la situation morphologique de l'orifice de son canal excréteur impair, j'appelle glande du *labium* n'est autre que cette glande si développée que l'on désigne habituellement, d'après sa fonction, sous le nom de *glande salivaire* ou de *glande séricigène* ou encore, d'après la situation de ses acini, sous le nom de *glande salivaire thoracique*. Partout où je les ai étudiées, les cellules de cette glande, tout en restant bien reconnaissables, sont soudées les unes aux autres en paquets généralement bien séparés les uns des autres.

» Les canaux excréteurs, parfois fort entortillés sur eux-mêmes, qui sortent de tous ces paquets glandulaires, aboutissent à deux gros troncs dont la cuticule est spiralée et qui se réunissent dans la partie tout à fait supérieure du thorax. Le conduit unique qui en résulte, remarquable par la régularité de son calibre, accompagné d'un filet stomato-gastrique impair assez difficile à voir, vient se loger entre les deux connectifs de la chaîne nerveuse pour franchir l'étroit passage laissé par l'articulation céphalo-thoracique. Il va déboucher, vers le sommet d'un apodème impair, fortement chitinisé, dont l'orifice est situé un peu au-dessus de la ligula. Peu importe, au point de vue morphologique, la situation éloignée que les acini de cette glande ont pu prendre au cours de la nymphose; la terminaison du canal excréteur, devenu impair comme le labium sur lequel il débouche, suffit pour déterminer le segment auquel elle appartient originairement.

» Je n'ai pas trouvé, jusqu'ici, de groupe appartenant morphologiquement aux trois segments *thoraciques,* mais deux énormes groupes de cellules glandulaires, situés sur les côtés de la base du corselet, doivent être attribués au *premier segment post-thoracique* qui constitue ici le quatrième anneau du corselet. Traversé par les muscles abducteurs de l'organe de fermeture du troisième stigmate, chacun de ces deux groupes de cellules fournit plusieurs faisceaux de canaux excréteurs qui viennent tous déboucher sur un beau crible, mamelonné, bien limité et fortement chitinisé, situé à la partie supérieure d'une chambre à parois épaisses et rigides formée par une invagination remarquable des téguments et dont l'orifice est une fente longue et très étroite. Placés aux deux extrémités de cette chambre, le crible et la fente sont reliés par une sorte de rigole

limitée par plusieurs crêtes chitineuses. Cette chambre tégumentaire, à parois rigides, ne ressemble en rien à un réservoir glandulaire et je l'ai toujours trouvée vide. Je serais assez disposé à admettre que le produit de la glande qui y aboutit ait pour effet de charger de vapeurs odorantes l'air qui s'y trouve contenu.

» Dans les *segments du pétiole*, un examen attentif permet de reconnaître un petit nombre de cellules glandulaires situées dans le voisinage des stigmates. Quant à l'*abdomen*, je n'ai jusqu'ici rien trouvé de bien net dans les premiers anneaux, mais dans les derniers, et en particulier près de l'anus, on retrouve des groupes de cellules identiques aux précédentes. »

BOTANIQUE. — *Création de variétés nouvelles au moyen de la greffe.* Note de M. LUCIEN DANIEL, présentée par M. Duchartre.

« Peut-on, par la greffe suivie de semis, créer des variétés nouvelles? La question n'est pas nouvelle et a été posée sous bien des noms différents: *hybridation par la greffe; influence du sujet sur le greffon*, etc.; mais, comme je l'ai fait remarquer dans un précédent Mémoire ([1]), elle n'a pas jusqu'ici reçu de réponse bien précise et satisfaisante.

» Cela tient à ce que l'on s'est avant tout occupé des greffes d'arbres, où la formation des premières graines et la croissance sont fort lentes. La vie d'un homme suffisant à peine pour mener à bien de telles expériences sur les arbres, on conçoit que de semblables recherches n'aient jamais abouti.

» En opérant sur des plantes annuelles ou bisannuelles, il n'en est plus ainsi.

» Quand j'ai commencé, sur la greffe de diverses plantes alimentaires, les essais variés dont j'ai déjà, à plusieurs reprises, entretenu l'Académie ([2]), j'avais en vue la solution de cette question complexe de l'hybridation par la greffe, intéressante à la fois par son intérêt théorique et par ses applications à l'Horticulture.

([1]) L. DANIEL, *Recherches morphologiques et physiologiques sur la greffe herbacée* (*Revue générale de Botanique*, 1894).

([2]) L. DANIEL, *Sur la greffe des parties souterraines des plantes* (*Comptes rendus*, 21 septembre 1891), et *Recherches sur la greffe des Crucifères* (*Comptes rendus*, 30 mai 1892).

» Le problème, à première vue, comportait trois solutions :

» 1° Ou la jeune plante, issue des graines fournies par le greffon, accuserait un retour marqué vers le type sauvage, et, dans ce cas, aucune application pratique de tels essais n'en pouvait résulter ;

» 2° Ou cette jeune plante conserverait intacts les caractères ancestraux de la variété, et une semblable greffe permettrait de reproduire indéfiniment les variétés créées par tout autre procédé ;

» 3° Ou enfin le greffon, déjà modifié dans sa taille et sa saveur par un séjour plus ou moins long sur une plante étrangère, lui fournissant des sucs différents en qualité et quantité de ceux qu'il aurait puisés normalement dans le sol, transmettrait à ses graines les qualités nouvelles que lui aurait communiquées sa nourrice accidentelle, qualité que la graine transmettrait elle-même à ses descendants.

» Dans ce cas, la possibilité de créer, par une greffe raisonnée, des types variés, partageant certaines qualités du sujet et du greffon, serait démontrée et un champ tout nouveau s'ouvrirait aux recherches des horticulteurs.

» Voici les résultats des premières expériences que j'ai faites dans cet ordre d'idées. Ils démontrent qu'il faut écarter l'hypothèse d'une solution unique, et me paraissent indiquer que l'on peut obtenir telle ou telle solution en se plaçant dans des conditions déterminées.

» En greffant des Navets sur l'Alliaire, plante sauvage, j'avais obtenu des graines qui m'ont fourni des plantes manifestant un retour marqué vers le type sauvage. C'était la première solution du problème, et j'en avais conclu que, *pour améliorer une plante par la greffe suivie de semis, il fallait la placer sur un sujet qui lui fût supérieur au point de vue des qualités qu'on désirait lui faire acquérir*.

» Dans mes nombreux essais sur les Crucifères et les Légumineuses alimentaires, je disposais de graines provenant de greffons placés dans ces dernières conditions.

» Le Pois ridé de Knight, placé sur la *Faba vulgaris*, ne pouvait beaucoup gagner à être placé sur une plante de même vigueur. Aussi n'ai-je pas observé de modifications sensibles [1].

» Dans les Haricots, le greffon subit une réduction de taille assez con-

---

[1] Il est bien entendu que ces essais se rapportent à une première génération et ne préjugent en rien ce qui pourra se passer à une deuxième, pas plus que les résultats d'une greffe répétée de ces mêmes produits.

sidérable. Les graines qu'ils fournissent donnent naissance à des plantes inférieures comme taille aux Haricots de même variété non greffés. Il y a une tendance manifeste de la graine à reproduire les effets de la greffe.

» Mais c'est surtout dans les Crucifères que j'ai remarqué, d'une façon absolument certaine, la transmission de variations dues à la greffe.

» J'avais semé, dans des carrés voisins, des graines d'Alliaire non greffée provenant de mes témoins, et des graines d'Alliaire placée sur Chou vert.

» Les premières se sont développées comme à l'état sauvage. Elles avaient par pied six à dix tiges de $0^m,65$ de haut, une racine principale de $0^m,02$ à peine d'épaisseur, de $0^m,15$ à $0^m,20$ de long, assez peu ramifiée; les feuilles, d'un vert jaunâtre, étaient assez distantes et leur odeur d'ail très accentuée.

» Dans tous les pieds provenant de plantes greffées, il y avait de quinze à vingt-cinq tiges de $0^m,40$ de hauteur environ, plus vertes et plus tendres que les précédentes; une racine principale de $0^m,03$ d'épaisseur, de $0^m,30$ au moins de longueur, vigoureuse et abondamment ramifiée; les feuilles, très rapprochées, donnaient à la plante un aspect trapu très caractéristique; elles étaient plus vertes, plissées un peu comme celle du Chou et leur odeur, moins caractérisée que dans la plante sauvage, semblait participer à la fois de celles du Chou et de l'Alliaire.

» En somme, les graines d'Alliaire greffée ont donc reproduit la diminution de taille du greffon, l'aspect trapu du Chou, un peu son odeur; à un plus grand développement de l'appareil assimilateur a correspondu celui de l'appareil absorbant.

» Voilà pour les différences extérieures. Les différences internes étaient également assez tranchées.

» La racine des plantes greffées était moins ligneuse, le parenchyme médullaire à peine épaissi; les arcs de sclérenchyme de l'écorce n'existaient pas comme dans la plante sauvage; le cylindre vasculaire était réduit quand le liber et l'écorce avaient, au contraire, augmenté beaucoup. Ces différences étaient sensibles à l'œil nu.

» La tige de ces plantes était plus tendre, moins riche en tissus ligneux, mais la chlorophylle y était plus abondante et la moëlle n'avait pas de lacunes comme dans l'Alliaire non greffée. Quant aux feuilles, à part l'abondance plus grande de la chlorophylle, elles ne présentaient aucune modification dans le nombre, la disposition et l'épaisseur des assises du parenchyme.

» Avec les graines de Navets à collet rose greffés sur Chou de Mortagne, j'ai obtenu des résultats aussi caractéristiques. Toutes ces graines ont fourni des Navets un peu plus petits que les témoins issus de plantes non greffées; mais ces Navets avaient un goût spécial, rappelant à la fois celui du Chou et du Navet.

» J'ai gardé à graines bon nombre d'échantillons. Au moment de la floraison, les uns sont restés rabougris, ramassés en tête, fleurissant mal et exagérant ainsi le caractère que leur avait imprimé la greffe; d'autres ont donné à la fois des branches normales et des branches trapues; enfin le reste ne possédait que des branches normales.

» Conclusions : 1° *L'hybridation par la greffe est possible pour certaines plantes herbacées auxquelles on peut faire acquérir des qualités alimentaires nouvelles en les plaçant sur des plantes qui leur sont supérieures sous ce rapport, et en semant les graines produites par le greffon.*

» 2° *L'impression produite sur le greffon et ses graines est plus ou moins profonde, suivant les plantes greffées. Elle paraît jusqu'ici plus particulièrement marquée dans les plantes de la famille des Crucifères.* »

CHIMIE MINÉRALOGIQUE. — *Sur la composition chimique des wavellites et des turquoises*. Note de M. **Adolphe Carnot**, présentée par M. Daubrée.

« La détermination du fluor dans les minéraux et dans les roches a été souvent faite avec peu de précision jusqu'ici, faute d'une méthode suffisamment exacte. Je me suis proposé de vérifier, surtout à ce point de vue, la composition d'un certain nombre de minéraux, en utilisant la méthode que j'ai précédemment fait connaître pour le dosage du fluor [1].

» Je donnerai ici les résultats trouvés pour un certain nombre d'échantillons de wavellites et de turquoises.

» I. *Wavellites*. — Les analyses ont porté sur quatre échantillons, qui présentaient l'aspect le plus différent, empruntés à la collection de l'École nationale des Mines :

» A. De Cork (Irlande) : mamelons grisâtres, à fibres rayonnées d'un gris sombre.

---

[1] *Comptes rendus*, 28 mars 1892; *Annales des Mines*, t. I, 1893.

» B. De Clonmel (Irlande) : fibres radiées, vert jaunâtre, surfaces mamelonnées d'un vert sombre et d'aspect velouté.

» C. De Chester (États-Unis) : petites stalactites allongées, blanches, avec tube central assez fin rempli de matière ocreuse.

» D. De Garland (Arkansas) : boules grisâtres fixées sur un grès argileux de même couleur, cassure à fibres rayonnées verdâtres.

» L'analyse a donné :

	A.	B.	C.	D.
Fluor	1,90	2,79	2,09	1,81
Acide phosphorique	32,38	33,40	33,55	22,07
Alumine	37,03	37,44	36,83	34,82
Oxyde ferrique	0,40	0,64 (FeO)	0,36	1,40
Chaux, magnésie	traces	traces	traces	traces
Eau	27,72	26,45	27,53	26,16
Argile et quartz	0,43	»	0,16	3,75
	99,86	100,72	99,86	100,01

» Le fluor entre donc en proportion voisine de 2 pour 100 dans tous les échantillons examinés, malgré leur différence d'origine et d'aspect, tandis qu'il avait été rarement signalé dans les analyses antérieures (deux fois sur dix analyses citées dans la *Minéralogie* de Dana, trois fois sur sept dans l'Ouvrage de M. Des Cloizeaux). Un peu d'oxyde de fer remplace une quantité équivalente d'alumine. En tenant compte de cette substitution isomorphique, laissant de côté la gangue et prenant la moyenne des quatre analyses, on trouve :

P^2O^5	33,20	ou	P^2O^5, Al^2O^3	56,52
Al^2O^3	37,38		Al^2Fl^6	3,22
Fl	2,17		Al^2O^3	12,10
H^2O	27,25		H^2O	27,25
	100,00			

» Cette composition moyenne est exprimée par la formule

$$2(P^2O^5, Al^2O^3) + Al^2(O^3, Fl^6) + 13H^2O.$$

» Le fluor semble remplacer une portion de l'oxygène de l'alumine, $\frac{1}{6}$ en moyenne et, comme limites extrêmes, $\frac{1}{8}$ et $\frac{1}{4}$.

» II. *Turquoises*. — On a examiné deux échantillons de *turquoise orientale* (ou de *vieille roche*), l'un (E) venant de Perse, l'autre (F) du Nevada (États-Unis), tous les deux d'origine minérale incontestable.

	E.	F.
Acide phosphorique.........	29,43	30,38
Alumine....................	42,17	44,82
Oxyde ferreux..............	4,50	5,32
Oxyde manganeux...........	»	0,22
Oxyde cuivrique............	5,10	7,40
Chaux......................	»	traces
Argile.....................	0,21	»
Eau (par différence)........	18,59	11,86
	100,00	100,00

» Ces analyses confirment les recherches antérieures au point de vue de l'absence complète de fluor dans la turquoise orientale.

» Les oxydes de cuivre, de fer et de manganèse s'y trouvent certainement en combinaison avec l'acide phosphorique, où ils remplacent une partie de l'alumine; mais il est difficile de représenter par une formule unique les résultats des analyses, en raison des écarts que l'on y observe entre les proportions d'eau et d'alumine contenues.

» Nous ne pouvons considérer que comme donnant une approximation assez vague, la formule suivante :

$$P^2O^5(Al^2, Cu^3, Fe^3)O^3 + Al^2O^3 + 5H^2O.$$

» La *turquoise occidentale* (ou de *nouvelle roche*), mieux désignée par le terme d'*odontolite*, est visiblement produite par la transformation de dents ou d'ossements fossiles.

» A cette origine correspond une composition très différente de celle des turquoises orientales.

» Voici les résultats obtenus sur deux échantillons : l'un (G) bleu-verdâtre avec plusieurs nuances, venant de Munster (Irlande); le second (H) d'un bleu vert uniforme, avec quadrillage caractéristique de l'ivoire.

	G.	H.
Fluor......................	3,02	3,45
Acide phosphorique.........	43,46	41,27
Alumine....................	22,59	17,71
Oxyde ferrique.............	6,45	5,80
Chaux......................	20,10	24,72
Magnésie...................	traces	0,99
Acide carbonique...........	5,07	5,60
Argile.....................	0,37	0,18
Perte au feu...............	»	1,20
	101,06	100,92

» Les éléments se groupent naturellement de la manière suivante :

Phosphate d'alumine...... ..	53,74	42,12
Phosphate ferrique..........	12,18	10,94
Phosphate de magnésie......	traces	2,15
Phosphate de chaux.........	15,78	23,07
Carbonate de chaux.........	11,52	12,73
Fluorure de calcium.........	6,20	7,08
Argile.....................	0,37	0,18
Eau et matière organique....	»	1,20
	99,79	99,47

» Les échantillons d'odontolite n'ont donc pas une composition constante; on pouvait prévoir qu'il en serait ainsi pour des produits d'altération formés dans des circonstances variées.

» Sous l'action plus ou moins prolongée d'eaux d'infiltration, le phosphate de chaux des dents a fait place à du phosphate d'alumine et à du phosphate ferrique. Il y a eu, en même temps, fixation d'une certaine quantité de fluor.

» Le premier de ces phénomènes est, en quelque sorte, spécial à l'odontolite, qui diffère des ossements fossiles ordinaires par sa teneur élevée en phosphate d'alumine, en même temps que par la présence du phosphate de cuivre.

» Le second phénomène, consistant dans la fixation du fluor sur le phosphate, lui est, au contraire, commun avec la généralité des os fossiles, comme je l'ai déjà établi par un long travail sur la composition des os modernes et celle des os fossiles, appartenant aux différents âges géologiques (1). »

MINÉRALOGIE. — *Sur la microstructure de la mélilite.* Note de M. L. Gentil (2), présentée par M. Fouqué.

« Un caractère microscopique assez constant de la mélilite et des plus précieux pour le diagnostic de ce minéral en plaque mince consiste dans l'existence de filaments plus ou moins fins, noyés dans la substance et dirigés perpendiculairement à la base $p(001)$.

(1) *Annales des Mines*, t. I, 1893.

(2) Une Note détaillée avec figures sera insérée incessamment dans le *B.S.M.*

Cette microstructure de la mélilite a été découverte par M. Stelzner [1] qui en a donné une description détaillée et l'a désignée sous le nom de *pflockstructur* (structure en chevilles), qui donne une idée assez nette du phénomène. M. Stelzner ne s'est pas prononcé sur la nature des *chevilles*.

» M. Rosenbusch [2] attribue cette microstructure à des inclusions vitreuses empruntées au magma qui a donné naissance à la roche à mélilite.

» Cette explication, je l'avoue, me paraissait assez peu probante lorsque j'eus la bonne fortune de posséder une très belle roche à mélilite que j'ai découverte au Monte Vulture (Basilicate), sur les bords du cratère principal de l'ancien volcan. Ma première impression a été de donner au phénomène une tout autre interprétation que celle proposée par le savant professeur allemand, et d'attribuer la microstructure à une altération du minéral. Un examen attentif de la mélilite du Monte Vulture et de celle des gisements les plus connus m'a confirmé dans cette manière de voir.

» La mélilite de la roche (leucitite) du Monte Vulture est relativement altérée. L'altération est un produit hydraté, ainsi qu'on peut s'en convaincre en examinant une plaque taillée dans un échantillon de la roche préalablement maintenu un certain temps au rouge vif; on constate que la substance d'altération s'est transformée en une masse grise, opaque, comparable à une zéolite décomposée par la chaleur, tandis que la mélilite fraîche ambiante est restée intacte.

» Ce produit d'hydratation est d'une belle couleur jaune de miel, jaune pâle sous une très faible épaisseur. Sa réfringence est moins élevée que celle de la mélilite et sa biréfringence beaucoup plus faible, quoique encore sensible. On peut suivre le développement de cette altération; on la voit, en effet, commencer par les bords du cristal, les clivages p(001) et les fissures irrégulières du minéral. Çà et là se montrent les filaments de la structure en chevilles distribués assez irrégulièrement, mais *toujours en continuité* avec les masses d'altération jaune de miel. Il est donc incontestable, en ce cas, que la microstructure et les produits d'hydratation de la mélilite ont même origine.

» La mélilite du Monte Vulture présente en outre de nombreuses inclusions d'augite en microlites; on observe quelquefois des filaments émaner des contours de ces microlites dans la direction de l'axe quaternaire.

---

(1) Stelzner Alfr., *Ueber Melilith und Melilithbasalte L.J.B.B.*, 1882, II, (p. 369-440).

(2) Rosenbusch, *Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gestein*, Band. I, p. 323.

» La mélilite de Capo di Bove (Rome) présente la plus grande analogie avec celle de la roche similaire du Monte Vulture. On y rencontre la même substance jaune de miel en continuité avec des filaments plus ou moins réguliers dirigés suivant l'axe principal du cristal; cette substance remplit les clivages *p* (001) et des cassures irrégulières.

» De toutes les mélilites qu'il m'a été permis d'examiner, celle qui présente la structure en chevilles la plus nette, la mieux développée, appartient à un basalte à mélilite de Hohenstoffeln (Wurtemberg). Là on observe avec la plus grande netteté la relation des *chevilles* et des régions altérées du minéral. La substance d'altération est en tous points comparable à celle de la mélilite du Vulture et de Capo di Bove. Les *chevilles* émanent fréquemment, en outre, des bordures d'altération situées sur la périphérie du cristal et autour d'inclusions d'augite.

» Dans un basalte à mélilite de Hochbohl (Wurtemberg), ce dernier minéral présente la même structure que dans le basalte de Hohenstoffeln. De même, dans le cas de la mélilite de Swabische. Ici cependant, il convient de signaler une particularité : les régions altérées offrent quelquefois une substance biréfringente ayant l'apparence d'une zéolite.

» La mélilite d'une néphélinite de Palma (Canaries) présente le plus grand intérêt au point de vue qui nous occupe. Elle montre des produits d'altération *nettement biréfringents* qui se poursuivent jusqu'à l'extrémité de certains filaments de la structure en chevilles, les autres étant constitués par la substance jaune de miel peu biréfringente.

» J'ai constaté, en outre, que, dans certains gisements, la mélilite ne présentait aucune trace d'altération et, par suite, pas de structure en chevilles. Telle est, par exemple, celle d'une belle roche découverte par M. A. Lacroix [1] dans l'Astroni (Champs Phlégréens); cette mélilite renferme par contre des inclusions vitreuses, souvent avec bulle, et tout à fait irrégulières, sans allongement privilégié.

» De l'examen qui précède se dégagent les conclusions suivantes :

» 1° La structure en chevilles de la mélilite doit être attribuée à un produit d'altération d'origine secondaire. Ce produit est hydraté, de réfringence inférieure à celle de la mélilite et de biréfringence également plus faible, quoique encore sensible.

» L'altération peut être poussée plus loin, aboutir à des produits biréfringents qui doivent être attribués, selon toute apparence, à des minéraux du groupe des zéolites.

---

[1] A. Lacroix, *Les enclaves des roches volcaniques*, p. 326 et suiv.; Mâcon, 1893.

» Il est possible que, dans certains cas, des inclusions vitreuses, plus ou moins allongées suivant l'axe quaternaire, viennent s'ajouter aux filaments d'origine secondaire, mais ces inclusions jouent un rôle bien effacé dans la microstructure de la mélilite.

» 2° Le processus d'altération de la mélilite présente une certaine analogie avec celui de l'*olivine*. Comme dans ce dernier minéral, en effet, on voit dans la mélilite l'altération commencer par les bords du cristal, les cassures, les fentes de clivage. Il semble aussi que, dans la mélilite, les clivages deviennent plus visibles sous l'influence des altérations.

» De même que l'olivine, la mélilite présente divers produits secondaires, parmi lesquels une substance jaune de miel qui serait à rapprocher de la dégénérescence ferrugineuse de l'olivine et un produit mieux défini, la zéolite qui serait à rapprocher de la serpentine.

» Ce qui caractérise, à ce point de vue, la mélilite, c'est la direction *linéaire* suivant laquelle se développent les chevilles de la microstructure de ce minéral.

» Quant à la cause même de cette direction linéaire de facile altérabilité, il faut la rechercher dans la structure cristalline du minéral. On peut la concevoir comme on conçoit un plan de séparation, un plan de clivage, dans une substance cristallisée [1]. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Nouvelles recherches sur l'influence des associations bactériennes. Exaltation de la virulence de certains microbes. Accroissement de la réceptivité.* Note de M. V. **Galtier**, présentée par M. A. Chauveau.

« J'ai démontré antérieurement que l'association des microbes des deux charbons a pour résultat de favoriser l'action pathogène de chacun d'eux, que le *Bacillus anthracis* et le *Streptococcus pneumo-enteritis equi* d'une part, que la bactérie du choléra aviaire ou de la pneumo-entérite infectieuse du porc et la bactéridie charbonneuse, d'autre part, peuvent pareillement se prêter un mutuel concours, que l'association de ces microbes, deux à deux, peut favoriser leur réviviscence et créer ou accroître la réceptivité de sujets plus ou moins réfractaires.

» J'ai continué mes recherches, en me servant encore du *Bacillus an-*

---

(1) Travail effectué dans les laboratoires de M. F. Fouqué, au Collège de France, et de M. A. Lacroix, au Muséum d'Histoire naturelle.

thracis, du *Streptococcus pneumo-enteritis equi* et du microbe du choléra aviaire préalablement atténués. En employant des cultures de charbon qui ne tuaient plus le lapin à la dose de 4^{cc} ni le cobaye adulte à la dose de $0^{cc},05$, et en les associant avec des cultures de pneumo-entérite, inoffensives pour le lapin à la dose de 2^{cc}, ou avec des cultures de choléra aviaire non pathogènes pour cet animal à la dose de 1^{cc}, j'ai obtenu des résultats qui peuvent être résumés de la façon suivante :

» I. En associant la culture charbonneuse et celle de la pneumo-entérite, on peut renforcer la virulence de l'un ou de l'autre microbe, tantôt celle du *Bacillus anthracis* et tantôt celle du *Streptococcus pneumo-enteritis equi*, suivant les animaux inoculés et suivant le mode d'inoculation. Les lapins qui reçoivent, dans la veine, un mélange comprenant 4^{cc} de culture charbonneuse et 2^{cc}, ou même seulement 1^{cc}, de culture du streptocoque, meurent généralement en deux ou trois jours, avec toutes les lésions de la maladie du *Streptococcus pneumo-enteritis equi*. Leur sang, leur foie, etc., riches en streptocoques, sans mélange apparent de bactéridies, ne donnent pas le charbon au cobaye, animal quasi réfractaire à l'action du streptocoque, mais provoquent, même à très faible dose, la maladie dudit streptocoque chez les lapins vierges. Il est donc de toute évidence que, en pareil cas, le streptocoque prend le pas sur la bactéridie, que son action est cependant facilitée par cette dernière, et qu'il se revivifie dès la première opération.

» Lorsque l'inoculation est faite sous la peau, les résultats varient quelque peu, selon que les deux cultures sont inoculées séparément et dans des régions différentes ou dans la même région après avoir été mélangées. Quand les deux microbes sont inoculés au lapin, mélangés, ils pullulent tous les deux, et la bactéridie prend le dessus dans les expériences suivantes, faites, même sur des lapins, avec les lésions des premiers inoculés. Si l'un des microbes est injecté sous la peau de l'une des cuisses d'un lapin et l'autre sous la peau de la cuisse opposée, il advient, comme à la suite de l'injection intra-veineuse, que c'est la maladie du streptocoque, et non pas le charbon, qui se développe.

» Le *Streptococcus pneumo-enteritis equi* atténué accroît la susceptibilité du cobaye vis-à-vis du *bacillus anthracis* atténué, quand les deux microbes sont inoculés, mélangés à la même région; il ne l'accroît pas sensiblement ou ne l'accroît pas au même degré, quand ils sont inoculés séparément dans des régions différentes. Les cobayes qui reçoivent, sous la peau, un mélange contenant $0^{cc},05$ de culture charbonneuse et 2^{cc} de culture du strep-

tocoque, meurent pour la plupart charbonneux; le produit de la lésion du point inoculé renferme cependant des streptocoques; il donne le charbon au cobaye et tantôt le charbon, tantôt la pneumo-entérite au lapin. Il semble donc bien qu'il s'opère un renforcement des deux microbes par leur passage chez un premier cobaye, ainsi qu'un accroissement de la réceptivité de cet animal pour chacun des deux agents pathogènes. Enfin j'ai constaté que le *Streptococcus pneumo-enteritis equi* atténué accroît la réceptivité du mouton vis-à-vis de la bactéridie atténuée, quand les deux microbes sont injectés, mélangés sous la peau; les deux agents peuvent alors se cultiver sur le même sujet, qui peut de la sorte succcomber après avoir reçu une bactéridie, qui n'eût été que vaccinale pour lui, sans l'intervention d'un second microbe.

» II. L'association du microbe atténué du choléra aviaire avec la bactéridie atténuée rend le cobaye plus apte à contracter le charbon, surtout quand l'inoculation des deux virus est faite séparément et dans des points différents. Ainsi, j'ai vu périr du charbon, à la suite de l'inoculation d'une bactéridie très atténuée, des cobayes qui en avaient reçu une dose non mortelle sous la peau de la cuisse droite, et qui avaient reçu, immédiatement avant ou aussitôt après, une dose inoffensive de virus cholérique atténué à la cuisse opposée; tandis que la mort épargnait ceux qui n'avaient reçu que la même dose de culture charbonneuse et ceux qui n'avaient été inoculés qu'avec une même dose de culture cholérique; tandis que ceux qui avaient reçu, mélangées, les mêmes doses des deux cultures en injection sous-cutanée, mouraient dans une proportion trois ou quatre fois moindre. J'ai constaté, d'autre part, que les cobayes, inoculés par injection sous-cutanée de $0^{cc},5$ de culture charbonneuse à la cuisse droite et de 1^{cc} de culture cholérique à la cuisse gauche mouraient en quarante-huit à soixante heures, tandis que les rares sujets qui succombaient après l'injection du mélange des deux cultures ne mouraient qu'en trois ou quatre jours, tandis que ceux qui avaient reçu de 1^{cc} à 3^{cc} de culture charbonneuse ne succombaient eux-mêmes qu'en trois ou quatre jours.

» III. J'ai enfin reconnu que le virus cholérique atténué pouvait accroître la prédisposition du lapin à contracter la maladie déterminée par le *Streptococcus pneumo-enteritis equi*, et favoriser partant la reviviscence de ce dernier, soit lorsqu'on les a inoculés simultanément, soit lorsqu'il a été inoculé quelques jours avant, en sorte que l'immunité pour une maladie peut devenir une prédisposition pour une autre. J'ai vu succomber, en un ou deux jours, des lapins à la suite de l'inoculation d'une

dose inoffensive de streptocoques, quand on leur avait inoculé aussitôt après, ou douze à quatorze jours auparavant, une dose non mortelle de culture cholérique.

» Il découle donc des faits qui précèdent les conclusions suivantes :

» 1° Des microbes, atténués au point de ne plus produire à eux seuls une maladie mortelle peuvent s'exalter, se révivifier et redevenir virulents, lorsque deux espèces sont introduites dans un organisme ;

» 2° Les deux microbes peuvent pulluler côte à côte, mais ordinairement l'un d'eux disparaît ou tend à disparaître pendant que son compagnon redevient pathogène ;

» 3° Quand deux espèces microbiennes se trouvent associées, c'est tantôt l'une et tantôt l'autre qui récupère sa virulence, suivant le mode adopté pour les introduire dans l'organisme et suivant les espèces animales ;

» 4° Les associations bactériennes peuvent être utilisées dans les laboratoires pour obtenir le retour à la virulence des microbes atténués ;

» 5° Non seulement elles peuvent expliquer le réveil de certaines épidémies, mais elles peuvent aggraver les effets des vaccinations faites avec des virus bénins ;

» 6° On peut prévoir enfin que le passage d'un microbe, qui confère l'immunité contre une maladie donnée, peut accroître la réceptivité pour une autre. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Propriétés du sérum des animaux immunisés contre les venins de diverses espèces de serpents.* Note de M. **A. Calmette**, présentée par M. Duclaux [1].

« Dans une Communication précédente (27 mars), j'ai montré que le sérum des animaux immunisés contre le venin des serpents pouvait être employé pratiquement pour empêcher l'envenimation soit chez les individus mordus, soit chez les animaux inoculés.

» Grâce à l'obligeance de M. Piot, du Caire, et de MM. les professeurs Dastre et Raphaël Blanchard, qui ont bien voulu mettre à ma disposition des venins de diverses origines, j'ai constaté que le sérum d'un animal solidement immunisé contre une dose vingt fois mortelle de l'un quelconque

---

[1] Travail du laboratoire de M. Roux, à l'Institut Pasteur.

des venins expérimentés, possédait les mêmes propriétés préventives et thérapeutiques à l'égard de tous les autres venins. Avec le sérum d'un animal immunisé contre le venin d'*Hoplocephalus curtis* d'Australie, par exemple, on peut empêcher la mort d'un autre animal inoculé avec une dose sûrement mortelle de venin de *Naja tripudians* de l'Inde, de *Naja haye* d'Égypte, ou de vipère cornue (céraste) d'Afrique.

» Tous ces venins se comportent aussi de la même manière à l'égard des hypochlorites de soude ou de chaux.

» J'ai observé, en outre, que si l'on inocule à un animal une dose non mortelle de sérum frais de *Naja haye,* par exemple, au bout de quatre jours cet animal supporte sans accident une dose mortelle de venin.

» En ce qui concerne la réclamation de priorité présentée à la dernière séance par MM. Phisalix et Bertrand, je ferai remarquer que leur Communication du 5 février se rapportait seulement à l'atténuation du venin de vipère par la chaleur et à la vaccination du cobaye contre ce venin. Il n'y était nullement question des propriétés du sérum des animaux vaccinés. Ce n'est que le 12 février, c'est-à-dire huit jours après, que ces savants ont fait connaître quelques-unes de leurs expériences se rapportant au pouvoir antitoxique *in vitro* du sérum immunisé mélangé au venin, et qu'ils ont annoncé « qu'ils espéraient obtenir des modifications du sang » suffisamment intenses pour qu'il puisse être utilisé comme agent théra- » peutique et que quelques résultats favorables les encourageaient dans cette voie ».

» Or, le 10 février, deux jours avant la deuxième Note de MM. Phisalix et Bertrand, j'avais communiqué à la Société de Biologie les résultats non seulement encourageants, mais *positifs*, de *prévention* et de *thérapeutique* de l'envenimation que j'obtenais avec des sérums d'animaux immunisés. La priorité, en ce qui concerne la détermination exacte des pouvoirs antitoxique, préventif et thérapeutique des sérums d'animaux immunisés contre le venin, m'appartient donc incontestablement. »

La séance est levée à 4 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 avril 1894.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Septième série. Avril 1894. Paris, G. Masson, 1 fasc. in-8°.

Souvenir du professeur Van Beneden, par le Dr J. Van Raemdonck. Saint-Nicolas, J. Edom, 1894; 1 br. in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie. Tome XXIX, n° 7, 1er avril 1894. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Ministère de la Guerre. Service géographique de l'Armée. Rapport sur les travaux exécutés en 1893. Paris, 1894; 1 br. in-8°.

Descriptions et figures des Mousses de France et des contrées voisines, par T. Husnot. 12e livraison. Cahan (Orne), T. Husnot, 1894; 1 fasc. in-8°.

Bulletin météorologique du département de l'Hérault, publié sous les auspices du Conseil général. Année 1893. Montpellier, Ch. Boehm, 1893; 1 vol. in-4°.

Le Climat d'Odessa, d'après les observations de l'Observatoire météorologique de l'Université impériale d'Odessa, par A. Klossorsky. Odessa, P. Franzow, 1893; 1 vol. in-4°.

Rendiconti della reale Accademia dei Lincei. Classe di Scienze morali, storiche e filologiche. Serie quinta, vol. III, fasc. 1 et 2. Roma, 1894; 1 vol. in-8°.

Archivo do districto federal. Revista de documentos para a historia da cidade do Rio de Janeiro. N° 3, março 1894. Rio de Janeiro; 1 br. in-4°.

The astronomical Journal. Edited by Benj. Apthorp Gould. Volume XIII. February 1893 to february 1894. Boston, 1894; 1 br. in-4°.

Flora batava. Afbeelding en Beschrijving van nederlandsche Gewassen. Aangevangen door Wijlen Jan Kops, hoogleeraar te Utrecht; voortgezet door F. W. Van Eden, te Haarlem. 295e-304e aflevering. Leiden, de Breux et Smits; 10 fasc. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 MAI 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de la Pentecôte, la séance de lundi prochain 14 mai sera remise au mardi 15.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur es spectres de l'oxygène aux hautes températures;* par M. **J. Janssen**.

« J'ai entretenu l'Académie dans une des précédentes séances d'une méthode fondée sur l'emploi de l'électricité et propre à porter à une très haute température les gaz sous pression, sans chauffer sensiblement les récipients qui les contiennent.

» Avant de rendre compte des expériences réalisées sur l'oxygène au moyen de cette méthode, je parlerai d'abord de celles qui ont précédé

celle-ci et dans lesquelles la température ne dépassant pas 300° environ a pu être réalisée au moyen d'une rampe de gaz agissant directement sur le tube contenant le gaz oxygène.

» Le dispositif est celui-ci : un tube en acier, long de 10^m, doublé intérieurement de cuivre rouge et fermé à ses extrémités par des glaces suivant nos modes ordinaires de fermeture, est placé dans une cuve en tôle pouvant recevoir un bain de sable. Cette cuve est chauffée directement par une rampe de cent becs de gaz.

» La température du tube est mesurée au moyen de thermomètres réunis métalliquement et intimement au tube.

» Après avoir introduit l'oxygène à la pression voulue et avant l'échauffement du tube, on se procure un bon spectre de la source lumineuse dont le faisceau traverse le tube, et ce de manière à pouvoir apprécier les modifications que l'élévation de la température pourra amener dans la constitution du spectre d'absorption donné par le gaz.

» On allume alors la rampe et on suit le spectre pendant que la température s'élève ainsi que la pression.

» Les constatations faites, on éteint la rampe et laisse la température et la pression revenir à leur point de départ.

» Pour obtenir ce résultat, il faut qu'il ne se produise aucune perte de gaz au cours de l'expérience.

» Une des principales causes de ces pertes provient de l'allongement par l'effet de la chaleur des boulons qui réunissent les pièces d'acier formant les joints. Pour détruire l'effet de cet allongement, nous plaçons entre les têtes des boulons et les disques qu'ils réunissent des manchons de laiton dont la longueur a été calculée de manière à compenser par leur dilatation celle des boulons. On obtient ainsi, pour une grande étendue, dans l'échelle des températures, le même degré de serrage.

» Les expériences ont été faites avec des pressions variées du gaz oxygène. Elles ont montré que, depuis la température ordinaire jusqu'à 300° environ, les bandes et raies du spectre d'absorption du gaz oxygène ne subissent pas de modification appréciable.

» Mais un fait tout nouveau s'est produit; nous voulons parler de l'augmentation très remarquable de transparence de la colonne gazeuse avec l'élévation de la température, transparence qui a été décelée par une augmentation considérable de la vivacité et de l'étendue du spectre, surtout du côté du rouge, ce qui amène une perception beaucoup plus nette des raies spectrales.

» Nous aurons à revenir sur les conséquences théoriques de ce fait important.

» Pour monter davantage dans l'échelle des températures, nous avons alors abordé l'emploi du tube à spirale de platine rendue incandescente par le passage du courant.

» Je ne reviendrai pas sur les dispositions générales déjà décrites de l'expérience : l'incandescence de la spirale est d'autant plus difficile à obtenir que la pression du gaz est plus forte.

» Pour apprécier la température à laquelle la spirale se trouve portée, on peut employer divers moyens : 1° Le couple thermo-électrique; 2° l'observation de l'augmentation de pression du gaz provoquée par le passage du courant; 3° enfin la vivacité et l'étendue du spectre données par la spirale incandescente quand celle-ci fournit seule la lumière à l'appareil spectral.

» L'expérience se dispose donc ainsi :

» Le tube étant placé dans une position verticale, ainsi que nous l'avons dit, on règle la lampe qui doit fournir le faisceau à analyser après son passage dans le tube, et enfin l'appareil spectral. On donne alors la pression et, la constitution du spectre étant bien notée, on fait passer un courant de puissance appropriée à la température qu'on veut atteindre.

» La pression monte immédiatement et s'arrête quand l'équilibre est établi. Les phénomènes spectraux sont alors comparés à ceux du début.

» Dans les expériences que nous avons faites avec le tube de $2^{m},10$ et avec des pressions gazeuses allant jusqu'à 100^{atm}, nous n'avons pas constaté de modifications sensibles dans la constitution du spectre qui a pu être observé: Les températures atteintes doivent être estimées entre 800° et 900°, d'après la constitution du spectre donné par la spirale.

» Pour atteindre des températures plus hautes, nous avons besoin d'augmenter la puissance de nos générateurs électriques, et c'est ce que nous nous proposons de faire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les gaz isomériques avec le propylène et sur leurs sulfates;* par **M. Berthelot.**

« On sait qu'il existe deux corps isomères, répondant à la formule C^3H^6, lesquels représentent le cas d'isomérie le plus simple qui soit connu jusqu'ici parmi les corps gazeux; circonstance qui en fait un objet d'étude remarquable.

» L'un d'eux est le propylène ordinaire, isolé pour la première fois en 1855, dans mes recherches sur la synthèse des alcools, et qui a fourni les éthers et l'alcool isopropyliques; l'autre est le triméthylène, obtenu par M. Freund dans ces dernières années, et qui fournit, d'après ce savant, les éthers et l'alcool propyliques normaux. D'après les mesures de chaleur de combustion (¹), le propylène ordinaire serait le véritable homologue de l'éthylène, étant formé par addition de carbone et d'hydrogène avec un dégagement normal de $+ 5^{Cal}, 2$; tandis que le triméthylène serait formé, au contraire, à partir de l'éthylène avec absorption de $- 2^{Cal}, 5$: il renferme donc par rapport au propylène un excès d'énergie, s'élevant à $+ 7^{Cal}, 7$: excès qui paraît incompatible avec la constitution cyclique attribuée au triméthylène.

» D'après la formation de l'alcool et des éthers propyliques normaux, au moyen du triméthylène, ce dernier carbure serait cependant le vrai homologue de l'éthylène. Mais il est possible que l'excès d'énergie du triméthylène, comparé à ses isomères, soit attribuable à une cause analogue à celle que nous avons signalée pour le térébenthène, comparé à ses isomères, le camphène et le terpilène, c'est-à-dire à l'existence de types à constitution mobile (²), transformables avec dégagement de chaleur en ces types fixes, les seuls que les formules actuelles puissent représenter.

» Mais, avant de discuter cette dernière question, il est nécessaire de définir d'abord les composés nouveaux qui pourront servir à l'examiner. Ce sont les sulfates neutres des carbures d'hydrogène.

» En effet, le propylène et le triméthylène sont tous deux absorbables à froid et immédiatement par l'acide sulfurique concentré. Pour définir la limite de l'absorption, j'emploie un poids connu, $0^{gr}, 500$ par exemple, d'acide sulfurique pur, SO^4H^2, contenu dans une ampoule de verre mince, que je brise dans une éprouvette remplie de mercure et disposée sur la cuve. On y fait arriver peu à peu le carbure d'hydrogène sec en excès : il s'absorbe d'abord immédiatement, puis de plus en plus lentement; il faut attendre vingt-quatre heures, pour arriver à une saturation complète de l'acide. Toute l'opération s'accomplit d'ailleurs sans élévation sensible de température, le poids d'acide étant très petit et la chaleur dégagée étant absorbée à mesure par le mercure.

(¹) *Voir* mon Mémoire, exécuté en commun avec M. Matignon (*Annales de Chimie et de Physique*, 6ᵉ série, t. XXX, p. 562).

(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 6ᵉ série, t. XXIII, p. 544 et 562; 1891.

» Sulfate de triméthylène. — Dans ces conditions, j'ai observé avec le triméthylène une absorption de 480^{cc} (gaz non réduit), vers 18°, pour un gramme d'acide sulfurique : soit 880 volumes environ pour 1 volume de cet acide.

» Le gaz étant réduit à 0° et 0^{m},760, on en calcule le poids exact. En le comparant avec le poids de l'acide sulfurique employé, j'ai trouvé le rapport $\frac{434}{504,1}$. En divisant le premier nombre par le poids moléculaire 42 et le second par 98, on obtient pour le rapport inverse la valeur $\frac{514}{1033}$, soit 1 : 2, c'est-à-dire $SO^4H^2 : 2C^3H^6$.

» En ajoutant de l'eau, soit 20 parties en poids pour 1 partie de l'acide initial, le produit se sépare sous la forme d'une huile pesante, éthérée, neutre, sans que l'eau dissolve une proportion notable de matière; elle demeure à peu près neutre, au moins dans les premiers moments.

» Le produit est le *sulfate neutre de triméthylène :* $SO^4(C^3H^7)^2$.

» Ce produit se forme, au moins partiellement, dès la première période de l'absorption, ainsi que je l'ai constaté dans une expérience où 1 gramme d'acide sulfurique avait absorbé 234^{cc} de triméthylène, rapports voisins de $SO^4H^2 : C^3H^6$, c'est-à-dire de la composition de l'acide triméthylsulfurique. Les deux composés, l'un neutre, l'autre acide, se forment simultanément dans ces conditions, comme je l'ai constaté, d'une part, en précipitant le sulfate neutre de triméthylène par l'eau, et, d'autre part, en dosant le titre acide de la solution aqueuse correspondante par l'eau de baryte.

» Il résulte encore de ce dernier essai, comparé au premier, que l'acide triméthylsulfurique absorbe le triméthylène en se changeant en sulfate neutre.

» L'eau employée dans la proportion de 500 parties pour 1 de sulfate de triméthylène ne le dissout qu'en partie, et devient alors lentement acide, en formant d'abord l'acide propylsulfurique; lequel ne précipite pas les sels de baryum, si ce n'est qu'au bout d'un quart d'heure, ou davantage. Un contact de plusieurs semaines du sulfate de triméthylène avec l'eau ne l'altère que faiblement. C'est donc un corps relativement fort stable.

» Le sulfate de triméthylène distille avec la vapeur d'eau. Mais si on le chauffe à l'état isolé, il se décompose, avec production d'acide sulfureux, de matière charbonneuse et de liquides volatils, analogues aux huiles de vin.

» La potasse le décompose lentement à 100°, en tube scellé : opération qui exige une dizaine d'heures pour être complète. Il se régénère ainsi

uniquement de l'acide sulfurique et de l'alcool propylique, dont le dosage a répondu sensiblement aux rapports

$$SO^4H^2 : 2C^2H^8O.$$

» Ces résultats établissent nettement la constitution du sulfate de triméthylène et ils complètent à cet égard mes anciennes expériences sur la synthèse de l'alcool ordinaire, au moyen de l'éthylène, et de l'alcool isopropylique, au moyen du propylène ordinaire.

» Rappelons que l'absorption de l'éthylène pur par l'acide sulfurique a lieu dans des conditions toutes différentes, cette absorption n'ayant lieu, comme je l'ai montré, que sous l'influence de chocs et d'agitation extrêmement prolongée. Au contraire, elle est sensiblement nulle, ou plutôt de l'ordre de celle de l'eau, lors du contact immédiat. Cette absence de réaction apparente entre l'éthylène pur et l'acide sulfurique concentré avait été constatée par Liebig, il y a soixante ans, et il avait montré par là l'inexactitude des affirmations antérieures. Si, dans les expériences faites avant lui, on avait cru observer une absorption rapide de l'éthylène par l'acide sulfurique concentré, c'est en raison du mélange des vapeurs d'éther ordinaire, que l'on ne savait pas alors en séparer. Aussi ces observations erronées avaient-elles été éliminées dans les Traités classiques de Liebig et de Gerhardt. Mais les inexactitudes sont difficiles à faire disparaître des livres élémentaires : celles-ci n'ont pas tardé à reparaître ; et elles se sont compliquées, en raison des confusions faites entre les réactions de l'acide sulfurique ordinaire et de l'acide fumant, lequel agit immédiatement sur l'éthylène, mais en formant des composés d'un tout autre ordre. De là, dans l'histoire de la synthèse de l'alcool, des erreurs, qui ont été reproduites par mégarde dans plusieurs ouvrages modernes.

» Quoi qu'il en soit, il est facile de préparer du sulfate de triméthylène en quantités quelconques, en suivant la marche que je viens d'exposer, c'est-à-dire en faisant passer le triméthylène bien sec dans l'acide sulfurique monohydraté, soigneusement refroidi et jusqu'à saturation complète : la réaction est intégrale et le rendement équivalent. Mais si l'on n'évite pas tout échauffement pendant l'opération, ou bien si l'on mélange l'eau sans précaution avec un acide incomplètement saturé, on s'expose à observer des phénomènes de polymérisation ; ceux-ci sont bien plus sensibles d'ailleurs avec le propylène ordinaire.

» Sulfate de propylène. — Le propylène ordinaire, sec, a été absorbé par l'acide sulfurique pur, avec des circonstances similaires au triméthy-

lène, et suivant les mêmes rapports de poids. En fait, j'ai observé que, vers 18°, un gramme d'acide réel absorbe 470 volumes de propylène; soit, pour 1 volume d'acide, 860 volumes environ. Les rapports de poids trouvés ont été les suivants $\frac{96}{109,5}$; ce qui donne pour les rapports moléculaires inverses, la valeur $\frac{112}{228}$, répondant à $SO^4(C^3H^7)^2$.

» Le sulfate de propylène se sépare par l'addition d'eau, sous la forme d'une huile pesante, semblable au sulfate de triméthylène. Mais il est beaucoup moins stable. En présence de l'eau, même à froid, il se dissout et disparaît au bout de quelques jours.

» On retrouve ici la moindre stabilité qui distingue les dérivés des alcools secondaires.

» Sulfate d'isobutylène. — L'isobutylène, préparé au moyen de la réaction du chlorure de zinc sur l'alcool isobutylique, est absorbé par l'acide sulfurique pur, de la même manière que les propylènes. L'absorption est d'abord rapide; mais elle exige vingt-quatre heures pour devenir complète. Le rapport en poids entre le butylène absorbé à saturation et l'acide employé a été trouvé par expérience : 115,6; au lieu de 114,4; ce qui répond bien à $SO^4(C^4H^9)^2$. — L'addition d'eau en excès précipite le sulfate sous forme huileuse et il se décompose en peu de jours.

» Il est probable que les isomères du butylène se comporteraient de la même manière.

» Je rappellerai ici que l'amylène ordinaire se dissout immédiatement dans l'acide sulfurique concentré; mais, sous l'influence de l'élévation de température ainsi développée, la masse se transforme presque aussitôt en deux couches : l'une, constituée par de l'acide sulfurique régénéré; l'autre, par du diamylène, la condensation polymérique du carbure dégageant plus de chaleur que son union primitive avec l'acide sulfurique. Ainsi les deux phénomènes consécutifs sont tous deux exothermiques, comme il arrive en général dans les métamorphoses attribuées autrefois aux actions dites *de présence*. »

ZOOLOGIE. — *Sur le* Flabellum anthophyllum *du golfe du Lion;* par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans la séance du 22 janvier dernier, j'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie quelles étaient les études de Zoologie qui, pendant la belle saison, allaient être poursuivies cette année dans le golfe du Lion sur les côtes duquel est si heureusement situé le laboratoire Arago.

» Nous sommes installés depuis le mois d'avril et occupés à draguer méthodiquement les fonds dont la Topographie a été relevée avec autant de soin que de précision par M. le professeur Pruvot.

» Mes collaborateurs, MM. Pruvot, professeur à la faculté de Grenoble, Boutan, maître de conférences à la Sorbonne, et Racovitza, jeune savant roumain, sont déjà à l'œuvre, avec moi. Quant à MM. Prouho, maître de conférences à Lille, et Guitel chargé du cours de Zoologie à la Faculté de Grenoble, ils viendront nous rejoindre plus tard ainsi que M. le Dr Faurot.

» Tout en faisant le relevé des animaux qui vivent aux diverses profondeurs, notre intention est aussi de faire connaître, à côté de la carte faunétique du golfe, les faits biologiques importants relatifs aux animaux que nous recueillerons. Certainement, nous aurons à décrire plus d'une fois des êtres connus, mais qui, pour être inscrits et rangés dans les catalogues, n'ont pas toujours été suffisamment étudiés sous le rapport de leur biologie et de leur anatomie, car ils ont été le plus souvent recherchés exclusivement dans un but de collection.

» Tel est le *Flabellum anthophyllum* dont j'ai l'honneur d'apporter à l'Académie une première étude.

» Cette espèce de Zoanthaire à polypier offre dans l'évolution de sa forme une particularité curieuse qui devient intéressante quand on se place au point de vue du développement des parties constituantes de son squelette et plus généralement de celui des Zoanthaires sclérodermés.

» On sait que le nombre, la disposition et les relations des cloisons calcaires, formant d'après leur grandeur diverse des cycles dans l'intérieur des calices d'un polypier, servent à la détermination des genres et des espèces. Milne-Edwards et J. Haime ont, avec une grande sagacité d'investigation et un soin extrême, donné des indications précises, et l'on doit ajouter précieuses, pour classer et reconnaître les types divers des coralliaires par la connaissance des éléments anatomiques du polypier. Ce fait est d'autant plus important que ces animaux, aux époques anciennes, ont été fort nombreux et ne nous ont laissé des traces de leur existence dans les couches du globe que par leur squelette qui a été seul conservé.

» La vue du calice d'un polypier quelconque fait naître très naturellement dans l'esprit cette idée que les cloisons rayonnantes qu'on y observe, ayant des grandeurs variées, sont d'âge différent et que leur taille proportionnée à cet âge est d'autant plus grande que leur âge est plus avancé. De sorte qu'en s'en tenant à cette impression, toute naturelle je le répète, on a, pour guider le zoologiste dans ses déterminations, formulé des lois

établies d'après la connaissance des cycles ou ensemble des cloisons de même ordre et répondant à une symétrie qui, dans l'espèce, ici, est régie par ce nombre 6.

» C'est ainsi que Milne-Edwards et Jules Haime ont admis que le premier cycle, correspondant aux six plus grandes cloisons, avait paru, le premier dans le jeune animal, que tous ses septa étaient nés en même temps; et qu'il était suivi par le second formé par les cloisons de deuxième grandeur venant occuper, dans une seconde période, les espaces ou chambres laissées libres entre les éléments du premier cycle, et ainsi de suite pour les autres cycles se développant les uns après les autres.

» On arrive alors à la série des nombres $6 + 6 + 12 + 24 + 48 + \ldots + n$.

» Cette théorie a prévalu longtemps, elle est vraie et juste pour beaucoup d'espèces et de types; mais il est des cas où elle ne peut être vérifiée, bien qu'elle paraisse évidente, à première vue, quand on n'observe les êtres qu'à un moment donné de leur existence.

» C'est ainsi que chez l'*Astroïdes calicularis* j'ai démontré, depuis longtemps déjà, que les deux premiers cycles $6 + 6$, loin d'apparaître successivement l'un après l'autre, naissent en même temps, et par le dépôt non pas d'une simple lame, mais par douze groupes de trois noyaux finissant par se réunir entre eux et ne former qu'une lame unique pour chaque groupe; la différence de leurs grandeurs ne se produisant que plus tard par l'accroissement plus rapide des uns et le ralentissement de l'extension des autres.

» Aristote a dit avec grande vérité que *voir venir les choses est le meilleur moyen de les connaître*.

» Ce n'est, en effet, qu'en suivant et observant *le même individu* et le voyant peu à peu se compléter dans les différentes parties de son organisme que l'on peut arriver à établir des lois précises sur les procédés suivis par la nature dans le développement des parties des êtres. Car, en prenant des individus divers de taille différente et concluant ce qui a dû être par ce qui est à un moment donné de leur existence on arrive souvent à des conclusions dont l'exactitude n'est pas toujours irréprochable, comme on vient de le voir pour l'Astroïdes.

» D'ailleurs, on rencontre beaucoup d'exemples chez lesquels les formes des adultes n'ont pas du tout la régularité qu'elles devraient avoir d'après la théorie.

» C'est encore à l'aide de cette méthode d'observation, longuement continuée sur le même individu en voie d'accroissement, que j'ai pu le premier reconnaître sur les embryons des Actinies (Zoanthaires malaco-

dermés) une *symétrie bilatérale* qui ne s'est transformée en symétrie radiée que par la production successive des éléments qu'on avait cru primitivement se former tous au même moment pour un même cycle.

» Le *Flabellum anthophyllum* offre un exemple remarquable des modifications que peut apporter dans la forme et le mode de fixation de l'animal l'évolution différente de l'une des parties de l'organisme.

» A l'origine, son polypier, encore tout jeune, est cylindrique; la coupe de sa base adhérente unique représente un cercle régulier parfait et ses septa peu développés, ayant deux grandeurs non semblables, forment deux cycles qu'il est possible de représenter par l'expression $6 + 6$.

» Quant à l'adulte, il est très différent. Son calice est franchement ovale. Il est comme comprimé, d'où le mot de *Flabellum* pris pour nom du genre, nom encore bien mieux justifié chez les espèces exotiques.

» Il adhère aux corps sous-marins par deux points distincts et assez séparés, ce qui n'existait pas chez le jeune.

» Comment cette seconde forme succède-t-elle à la première?

» Les faits qui suivent ont été constatés non seulement sur les individus pêchés dans le golfe du Lion, mais encore sur ceux recueillis en Corse et surtout sur les côtes d'Afrique.

» On rencontre le *Flabellum anthophyllum* à peu près dans toute la Méditerranée. J'ai recueilli beaucoup d'exemplaires sur les pierres à corail dans les parages de la Calle, de la Galite, de Tabarca et de Bizerte. Ceux que j'ai pêchés dans les eaux du Roussillon m'ont paru de plus belle taille, plus aplatis que ceux de la mer algérienne; ils m'ont été souvent rapportés de profondeurs moindres dans le golfe du Lion qu'à la Calle [1]. J'en observe un en ce moment, dont le plus grand diamètre de son ovale a plus de $0^m,02$ de long.

» Les échantillons de la mer de Banyuls n'ont pas leur extérieur aussi dépouillé que ceux d'Algérie : ici, des Mélobésies brunâtres, des Algues incrustantes et des Bryozoaires voilent la surface de la muraille qui paraît ordinairement brunâtre.

» Quant au polype, les bras bien épanouis sont très transparents et pointillés de nombreuses petites taches blanches; leur sommet, également blanc, est renflé en boule avec une dépression centrale dans la direction de l'axe donnant l'impression de l'existence d'un pore terminal. Aux deux extrémités du grand axe de l'ovale, surtout à l'une d'elles, les tentacules présentent moins régulièrement les trois grandeurs respectives des cycles.

---

(1) A la Calle, je l'avais à 200^m; dans le golfe, il n'est pas rare à 100^m.

C'est sur les côtés de l'ovale que la disposition, par sa régularité, est le plus caractérisée.

» Les plus gros et les plus longs sont situés sur la marge interne du péristome et relevés en haut, s'inclinant et penchant tantôt en dedans, tantôt en dehors.

» Les tentacules du deuxième cycle, alternant avec les premiers, s'étalent à peu près horizontalement (en supposant l'axe du polype vertical). Enfin, ceux du troisième cycle se rabattent en s'abaissant vers le point de fixation. Pour ceux-ci, il arrive, dans les individus un peu contractés, qu'ils sont repoussés et rapprochés deux à deux par le gonflement de la base du tentacule du premier cycle. Alors l'aspect et la symétrie semblent modifiés, mais il n'en est rien.

» Le *Flabellum* épanoui permet encore d'observer avec la plus grande facilité des rapports importants méconnus pour quelques naturalistes. Il suffit pour cela de le faire contracter légèrement en agitant un peu l'eau dans laquelle il vit.

» Dès que les gros tentacules du premier cycle sont abaissés, on constate avec la plus grande facilité et la plus extrême évidence, que les gros septa du polypier font saillie dans le milieu de la loge sous-tentaculaire du polype. Ce rapport est des plus caractérisés.

» Jamais, comme cela peut venir à la pensée dans une observation superficielle, les cloisons molles ou les mésentéroïdes du polype ne produisent, en se calcifiant, les septa ou cloisons calcaires du polypier.

» Les septa se développent au-dessous des tissus mous du fond et de la paroi des loges sous-tentaculaires qu'ils soulèvent pour faire saillie dans la loge molle, et par conséquent, ils ne sont pas le résultat de la calcification des mésentéroïdes, séparant les loges molles sous-tentaculaires du Polype.

» On a peine à comprendre que dans son *Traité d'Anatomie comparée pratique,* M. Carl Vogt ait pu émettre cette opinion erronée « *Les Hexactiniaires ou Zoanthaires.... Polypes à cloisons mésentériques calcifiées* » (p. 120) ». Si elle était exacte cette affirmation, elle bouleverserait toute la morphologie des Coralliaires à Polypier.

» Mais l'observation directe, comme l'Anatomie, montre que c'est là une erreur absolue.

» Quand donc on observe un Zoanthaire sclérodermé bien épanoui, on doit, par la pensée, voir au-dessous de l'animal et correspondant à chaque tentacule une cloison de son polypier. Dès lors, les loges molles ne correspondent pas aux chambres du polypier, mais les deux sont à cheval, moitié de l'une sur moitié de l'autre, absolument comme si, écartant les

doigts d'une main, on introduisait entre eux les doigts de l'autre main.

» Si l'on pouvait employer une expression qu'il ne faudrait pourtant pas appliquer dans toute sa rigueur, on pourrait dire : la personnalité est dans la loge molle limitée par deux mésentéroïdes, couronnée par un tentacule, soulevée par un septa et nullement dans la loge calcifiée, comme on serait tenté de le croire à première vue, en considérant le polypier seul et séparé du polype qui l'a produit.

» Le très jeune polypier du *Flabellum* est cylindrique, et s'élève verticalement au-dessus de son point d'attache qui à ce moment est unique.

» Son premier cycle, formé par les six plus grandes cloisons calcaires est très régulier; mais, arrivé à une certaine hauteur (2^{mm} à 3^{mm}), l'un des tentacules, la loge correspondante et le bord du péristome prennent plus de développement et s'inclinent par cela même sur le côté. Le dépôt des particules calcaires suit, dans sa production, l'activité de cet accroissement latéral et il en résulte que le bord du calice se prolonge en se courbant vers la surface sur laquelle le polype s'est fixé.

» Lorsque les tissus ainsi prolongés arrivent au contact de cette surface, une adhérence nouvelle s'établit entre elle et eux; des sclérites se déposent dans ce point et le bord du limbe de la cupule calicinale se soude solidement au corps étranger. Dès ce moment, le polypier est doublement fixé, d'abord par sa base primitive, ensuite par le bord incliné de la margelle allongée de son calice.

» Sur les polypiers débarrassés du tissu mou on voit très nettement la courbure de ce prolongement, qui forme comme un pont, une arcade jetée entre le bord du calice prolongé et la base de soutien. Sur cette partie prolongée et courbée, les dépôts se forment comme dans le reste du Polypier, mais ils sont également courbés, tout en conservant la grandeur relative à l'ordre du cycle auquel ils appartiennent.

» A ce moment, le calice n'est plus exactement circulaire, il commence à devenir ovale, et tout son bord ne peut plus être tangent à un plan perpendiculaire à l'axe du cylindre.

» A mesure que l'animal grandit et que ses tentacules se multiplient, le côté d'abord incliné et qui a modifié momentanément sa forme se relève peu à peu et rétablit la régularité de la cupule, mais qui désormais restera ovale.

» C'est surtout à cette extrémité du grand axe de l'ovale que se produira la multiplication des éléments et que de nouveaux groupes de loges, de cloisons et de tentacules s'ajouteront à ceux qui existent déjà. L'ovale s'allongera, par conséquent, et la forme flabellée s'accentuera de

plus en plus. C'est encore à cette extrémité que les nouveaux groupes de cloisons qui viennent s'ajouter sont quelquefois assez différents par leur grandeur et leur proportion relatives des groupes latéraux.

» Telles sont les origines de la double fixation du polypier du *Flabellum anthophyllum* qui détermine la transformation du cylindre primitif en un cône aplati dont la coupe est devenue une ovale.

» Cet exemple montre combien il est utile de suivre l'évolution des êtres afin de reconnaître et d'interpréter justement les transformations successives par lesquelles ils passent, et il prouve aussi que des études semblables ne peuvent être faites qu'en s'appuyant sur l'expérience qui prépare, ouvre les voies à l'observation et donne à la Zoologie le caractère expérimental. »

PHYSIOLOGIE. — *Les mouvements articulaires étudiés par la Photographie.* Note de M. **Marey**.

« C'est aux anatomistes qu'on doit à peu près tout ce qu'on sait de la physiologie des articulations. Nulle part, en effet, les rapports entre la forme et la fonction des organes ne se révèlent aussi clairement que dans les diverses articulations du squelette. La courbure et l'étendue des surfaces articulaires, la position des ligaments et des attaches tendineuses, tout parle aux yeux et à l'esprit; et comme, d'autre part, on peut imprimer des mouvements de sens divers à chacune des pièces osseuses et mesurer avec des points de repères l'étendue et la forme de ces déplacements, il semble que rien ne soit plus facile que de déterminer sur une articulation quelconque les caractères de sa fonction.

» Il y a pourtant une distinction importante à faire entre les mouvements qu'une articulation permet, sur le cadavre, et ceux qu'elle exécute dans les conditions de la vie, sous l'action de certains groupes musculaires et dans un but déterminé. Or l'étude vraiment physiologique des articulations est rendue très facile par la Chronophotographie. J'ai déjà montré comment cette méthode traduit les déplacements des membres dans la marche, la course, le saut. Différents auteurs, E. Luce en Amérique, et Braun et Fischer en Allemagne, ont fait des applications analogues de la Chronophotographie aux mouvements articulaires.

» Pendant les sombres journées de l'hiver dernier j'ai cherché, avec mon préparateur M. Ch. Comte, à soumettre à l'analyse photographique

les mouvements des principales articulations. J'ai dû modifier la méthode pour pouvoir l'appliquer dans ces conditions nouvelles.

» Et, d'abord, pour remédier à l'insuffisance de la lumière, il a fallu recourir à des éclairements de longue durée; cela fut obtenu en décomposant le mouvement étudié en une série d'attitudes successives que le sujet gardait fixement pendant la prise de chaque image.

» En effet, le temps n'intervient plus dans la détermination purement géométrique de ce genre de mouvements; on peut donc se dispenser de l'appareil spécial qui sert à la Chronophotographie, et qui donne des éclairements de durées égales séparés par des intervalles de temps égaux. Une petite chambre du format 9×12 et un obturateur pneumatique suffisent pour les expériences.

» Quant au sujet sur lequel on opère, il doit naturellement être vêtu de noir et placé devant un champ obscur; des points et des lignes brillantes étant placés, comme à l'ordinaire, sur les régions dont il faut retracer le mouvement; mais ces dispositions locales changent presque pour chaque cas particulier.

MOUVEMENTS DU MAXILLAIRE INFÉRIEUR.

» En suivant, de haut en bas, la série des articulations du corps humain, la première qui se présente est celle du maxillaire inférieur avec le temporal; or c'est précisément, de toutes, celle dont les mouvements sont le plus nombreux et le plus complexes.

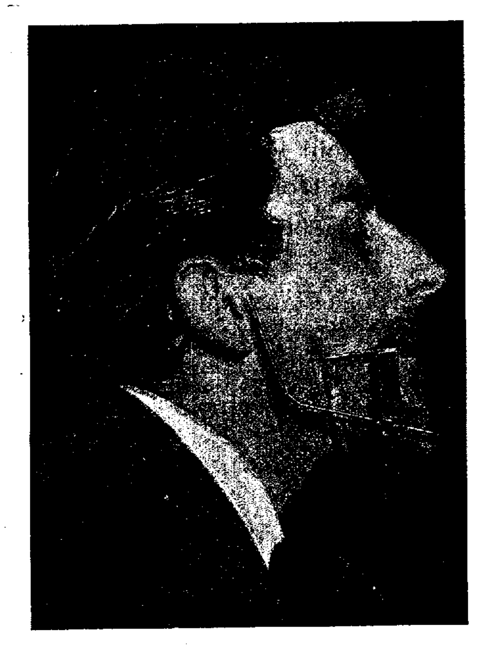
» Les condyles du maxillaire jouissent d'une grande mobilité, et comme ils sont soumis à des forces musculaires de directions variées, ils peuvent tourner, glisser ou rouler dans les cavités glénoïdes des temporaux. Or, l'expérience montre que les mouvements du maxillaire diffèrent suivant l'acte physiologique pendant lequel ils s'accomplissent. Ainsi ouvrir ou fermer la mâchoire dans la mastication comporte des mouvements différents de ceux qui se produisent quand on ouvre ou ferme la bouche pour parler ou pour chanter.

» Dans les expériences qu'il a faites avec le concours du professeur Bowditch, M. E. Luce recourut à un excellent moyen pour relier des signaux brillants au mouvement du maxillaire. Il employa une de ces gouttières remplies de cire à modeler dont les dentistes se servent pour prendre les empreintes. Sur cette base solide s'implantait une tige de métal qui, par des branchements diversement orientés, portait les perles brillantes nécessaires à la Chronophotographie.

» J'ai adopté le procédé de M. Luce pour rendre les appareils parfaite-

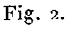
ment solidaires des mouvements de la mâchoire; mais, au lieu de points brillants, qui ne donnent qu'une idée incomplète des mouvements du maxillaire, j'adaptai à la monture une tige métallique brillante (*fig.* 1)

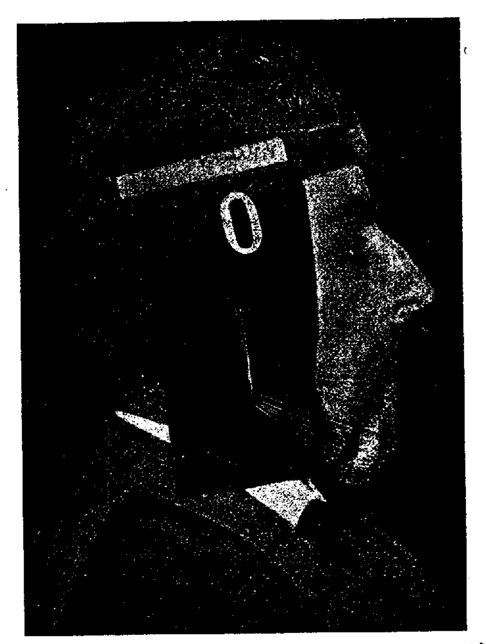
Fig. 1.



Manière de fixer au maxillaire inférieur une tige brillante qui épouse la forme et en accompagne les mouvements.

Fig. 2.





L'acte d'ouvrir la bouche produit des déplacements du maxillaire inférieur que traduisent exactement les déplacements de la tige brillante.

qui suivait la direction du bord inférieur du maxillaire, puis longeait le bord postérieur de sa branche montante pour s'arrêter au sommet du condyle.

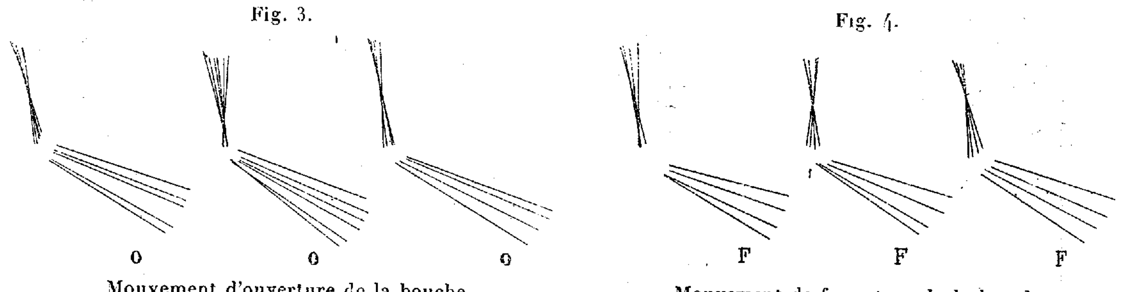
» Le sujet en expérience porte autour de la tête un bandeau duquel pend un petit carré de velours noir formant devant la joue un champ obscur (*fig.* 2). Sur ce champ se détache la tige brillante qui suit les mouvements du maxillaire. Un appui-tête empêche tout déplacement autre que ceux du maxillaire inférieur.

» Afin que l'image photographique porte l'indication de l'étendue des mouvements qu'elle représente, on place sur la tête du sujet en expérience un disque de velours noir sur lequel se détache une échelle divisée en centimètres, tandis que des lettres en papier découpé appliquées sur le même champ expriment la nature du mouvement exécuté.

» *Ouverture et fermeture de la bouche.* — On applique, suivant le cas, la lettre O ou la lettre F sur le champ noir à côté de l'échelle centimétrique. Puis on commande le mouvement du maxillaire en le décomposant en quatre ou cinq temps successifs avec arrêt à la fin de chaque temps. Au moment de chacun des arrêts, on ouvre l'objectif pendant une demi-seconde.

» On trouve sur l'image (*fig.* 2) que le maxillaire inférieur a oscillé autour d'un point, variable suivant les individus, mais toujours voisin du milieu de la branche montante. Sur un même sujet, le mouvement d'ouverture et celui de fermeture de la bouche présentent le même caractère. La *fig.* 3 exprime l'ouverture de la bouche chez trois sujets O, O, O,

Fig. 3. Fig. 4.

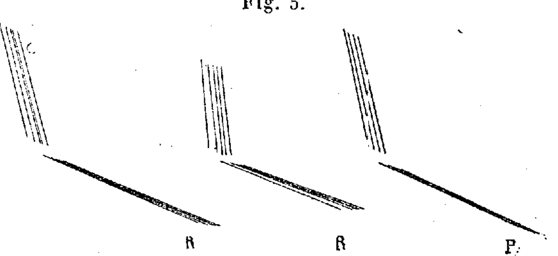


Mouvement d'ouverture de la bouche. Mouvement de fermeture de la bouche.

tandis que la *fig.* 4 correspond à la fermeture de la bouche chez les mêmes sujets. Dans ces deux cas, l'étendue du déplacement du condyle dans le sens antéro-postérieur peut aller à 8^{mm}.

» *Mouvements de propulsion et de rétraction du maxillaire inférieur.* — Ces mouvements, par lesquels on fait passer les incisives inférieures tantôt en avant, tantôt en arrière des incisives supérieures, sont désignés dans la *fig.* 5 par les lettres P et R.

Fig. 5.



Mouvements de rétraction du maxillaire R, R, et de propulsion P du même os.

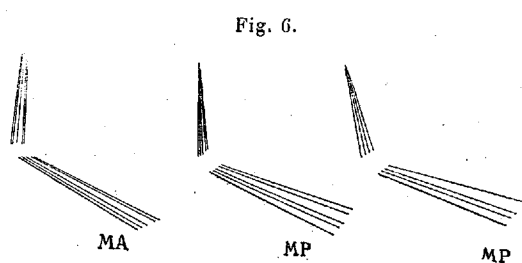
» Ici encore, les figures sont à peu près identiques pour les deux sens du mouvement. La branche horizontale du maxillaire glisse suivant sa propre direction, tandis que la branche ascendante se meut parallèlement

à elle-même. L'amplitude de ces mouvements était, en moyenne, de 11^{mm} sur les trois sujets observés.

» *Mouvements de mastication.* — Les mouvements de mastication diffèrent des précédents; ils diffèrent même entre eux, suivant que la mastication se fait sur les incisives ou sur les molaires.

» Dans le premier cas, MA (*fig.* 6), le maxillaire inférieur s'élève et se

Fig. 6.



Mouvements du maxillaire dans la mastication sur les incisives MA et sur les molaires MP.

porte en avant, de telle sorte que ses deux branches restent sensiblement parallèles à leur direction primitive.

» La ligne qui représente la direction de ces branches ne se croise donc en aucun point. Sous l'action combinée des temporaux, des masséters et des ptérygoïdiens, la mâchoire inférieure se meut sensiblement suivant la bissectrice de l'angle obtus que forment entre elles ses deux branches.

» Dans la mastication sur les dents molaires MP la mâchoire pivote autour de l'extrémité de son condyle.

» Tous ces mouvements ont été étudiés sur différents sujets : chez tous ils ont présenté les mêmes caractères pour des actes physiologiques semblables.

» *Mouvement du condyle du maxillaire.* — En plaçant un point brillant au niveau du condyle du maxillaire, E. Luce a très bien vu que ce point, lorsqu'il exécute des déplacements un peu étendus, décrit une courbe dont la concavité est tournée en haut et en avant. Cette courbe se retrouve dans nos figures; au reste, l'anatomie en donne l'explication. En effet, quand il se porte en avant, le condyle doit contourner la racine transversale de l'apophyse zygomatique, et comme ce relief est inégal chez les différents sujets, la courbe décrite sur les images photographiques varie d'une manière correspondante. On voit que la Photographie permet d'obtenir sur le vivant les caractères des mouvements qui se passent dans une articula-

tion, et même qu'elle traduit l'existence de certaines particularités anatomiques chez le sujet en expérience.

» *Mouvements latéraux de la mâchoire.* — L'anatomiste Ferrein (1744), qui a soigneusement étudié les mouvements de la mâchoire, admettait des rotations du maxillaire autour de l'un ou de l'autre de ses condyles. De sorte que, si les incisives se portent vers la gauche, la maxillaire inférieur pivote autour du condyle gauche. Le même auteur niait l'existence de mouvements de latéralité par lesquels le maxillaire tout entier se porterait soit à droite, soit à gauche.

» Les expériences faites au moyen de la Photographie ne confirment pas cette opinion. Elles montrent que le pivotement du maxillaire se ferait autour d'un axe placé entre les deux condyles; en outre, elles font voir qu'il existe réellement un certain déplacement latéral du maxillaire inférieur. De nouvelles études seront nécessaires pour déterminer avec plus de précision le caractère de ces mouvements.

ARTICULATION ATLOÏDO-AXOÏDIENNE.

» Le pivotement de la tête sur la colonne cervicale se passe en grande partie entre l'atlas et l'axis. L'articulation de ces deux vertèbres entre elles présente une curieuse particularité que voici : Dans ses mouvements de rotation à droite ou à gauche, la tête subit un léger abaissement; en d'autres termes, le vertex n'est jamais aussi élevé que quand le visage est exactement dirigé en avant.

» Pour démontrer ce fait, notre savant confrère M. Sappey a recouru à une disposition fort ingénieuse, mais qui exige qu'on opère sur la pièce anatomique fraîchement préparée.

» J'ai voulu voir si la Photographie traduirait ces changements de hauteur de la tête qui tourne autour de son axe vertical, et pour cela j'ai procédé de la manière suivante : Le sujet en expérience met sur sa tête un bonnet de velours, qu'il enfonce le plus possible. Sur ce bonnet et en face de la bosse occipitale, on applique une perle brillante et l'on place l'objectif de l'appareil photographique juste à la hauteur de cette perle. D'autre part, on invite le sujet à diriger son regard sur une ligne horizontale située au même niveau que la perle brillante et que l'objectif photographique et à déplacer sa tête de droite à gauche en suivant du regard cette ligne. Cela suffit en général pour que le pivotement de la tête se fasse autour d'un axe bien vertical. Or si, pendant la durée du mouve-

ment, on a ouvert l'objectif photographique, on trouvera sur l'image une courbe qui traduit la trajectoire de la perle brillante. Cette courbe est très peu prononcée, sa flèche est à peine de 2^{mm} pour un axe de 5^{cm} de longueur, et sa concavité est tournée en bas; elle confirme donc entièrement l'expérience de M. Sappey.

» Ainsi la Photographie permet de saisir sur le vivant, et parfois avec une précision très grande, le détail de mouvements articulaires qu'on ne pouvait constater autrefois que sur le cadavre, et, en général, avec des moyens très délicats : cette méthode semble donc susceptible d'utiles applications.

» Les chirurgiens ont besoin d'un tact fort exercé pour apprécier sur les blessés les changements produits dans la mobilité d'un membre par une fracture ou par une luxation; ils pourront, avec un dispositif fort simple, déterminer avec une grande rigueur les plus légères modifications de ces mouvements.

» Les naturalistes et les physiologistes ont besoin de comparer les mouvements qui se produisent dans les articulations analogues et chez les différentes espèces animales; cette méthode leur en fournira le moyen.

» Enfin, la Pathologie peut tirer parti de la même méthode. Ainsi les maladies de la respiration peuvent s'éclairer beaucoup par une connaissance précise des mouvements des côtes et des parois abdominales. Nous montrerons dans un prochain travail qu'il y a là d'utiles applications de la Photographie aux sciences médicales. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1894.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Godard. — MM. Guyon, Bouchard, Verneuil, Sappey, Potain réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marey et Brouardel.

Prix Parkin. — MM. Bouchard, Potain, Guyon, Verneuil, Brouardel réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chauveau et Armand Gautier.

Prix Barbier. — MM. Bouchard, Chatin, Guyon, Verneuil, Potain,

réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Van Tieghem et Marey.

Prix Lallemand. — MM. Bouchard, Marey, Ranvier, Potain, Milne-Edwards réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Sappey et Chauveau.

Prix Bellion. — MM. Bouchard, Potain, Brouardel, Larrey, Guyon réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Verneuil et Marey.

Prix Mège. — MM. Bouchard, Potain, Guyon, Larrey, Brouardel réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marey et Verneuil.

RAPPORTS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Rapport de* **M. Darboux** *sur le Mémoire sur le triangle des séquences, présenté à l'Académie dans la séance du* 12 *mars* 1894, *par M.* Désiré André.

(Commissaires : MM. Poincaré, Appell; Darboux, rapporteur.)

« L'Académie connaît les recherches que, depuis longtemps déjà, M. D. André a entreprises sur l'*Analyse combinatoire* et la *Théorie des permutations*. Le Mémoire qu'il présente à notre jugement se rattache à cette *Théorie de l'ordre* dont Poinsot aurait voulu faire une des branches les plus importantes des Mathématiques; il peut être considéré comme le résumé et le développement des travaux de son auteur sur un point très intéressant de ce vaste sujet. La question qui s'y trouve traitée est des plus simples dans son énoncé; elle n'exige, pour être comprise, que les connaissances les plus superficielles en Mathématiques; mais, outre le mérite de l'avoir posée et, en quelque sorte, découverte, M. André a celui de l'avoir résolue avec beaucoup d'élégance et de netteté. Voici l'énoncé qu'on peut lui donner.

» Si l'on considère une permutation des n premiers nombres et qu'à partir d'un même axe des abscisses, on porte sur n ordonnées équidistantes des longueurs égales à ces nombres, que l'on joigne enfin par une droite l'extrémité supérieure de chacune de ces longueurs à l'extrémité supérieure de la longueur suivante, on forme une ligne brisée de $n-1$ côtés

qui constitue une *représentation graphique* de la permutation considérée. Cette ligne est composée de suites alternatives de côtés, tous montants ou tous descendants. Chacune de ces suites est une *séquence*, montante ou descendante, de la permutation. Le nombre des séquences ne peut évidemment dépasser $n - 1$.

» D'après cela, si l'on désigne par P_{ns} le nombre des permutations de n nombres qui ont s séquences, en disposant ces nombres comme il suit :

$$\begin{array}{llll} P_{21} & & & \\ P_{31} & P_{32} & & \\ P_{41} & P_{42} & P_{43} & \\ P_{51} & P_{52} & P_{53} & P_{54} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \end{array}$$

on formera un triangle analogue au *triangle arithmétique* et auquel M. André a donné le nom de *triangle des séquences*.

» L'objet de son Mémoire est l'étude du triangle des séquences. Après avoir rappelé une formule de récurrence qui lui permet de calculer de proche en proche les éléments du triangle, il nous fait connaître un grand nombre de propositions se rapportant successivement aux colonnes verticales du triangle, à ses lignes horizontales et enfin au triangle tout entier.

» Par exemple, M. André montre que les nombres composant une colonne verticale sont les termes d'une série *récurrente* dont il donne la loi et la fonction génératrice.

» Envisageant les lignes horizontales, il étudie les polynomes entiers qui ont pour coefficients les nombres composant ces différentes lignes. Il établit une relation entre deux polynomes consécutifs, fait connaître des propriétés de leurs racines, de leurs dérivées, etc. On peut diviser les permutations en deux espèces, d'après le nombre pair ou impair de leurs séquences. M. André nous fait connaître des propositions, générales ou particulières, relatives à ces deux espèces de permutations.

» La partie la plus importante du Mémoire nous paraît être néanmoins celle qui se rapporte au triangle tout entier. M. André y détermine une fonction de deux variables dont le développement en série donne tous les éléments du triangle des séquences, à l'aide des coefficients d'un rang déterminé dans la série.

» En résumé, le Mémoire de M. André se rapporte à une question

neuve, à une théorie trop négligée aujourd'hui. Rédigé d'une manière remarquable, il contient la solution complète de la question que l'Auteur s'y était proposée. Pour ce motif, votre Commission est unanime à demander l'insertion de cet excellent Travail dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions du Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE. — *Azimut, latitude et longitude, par des hauteurs égales, sans le secours du chronomètre.* Mémoire de M. **E. Caspari.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Faye, d'Abbadie, Grandidier, Guyou.)

« Il arrive souvent dans les voyages d'exploration que le chronomètre se trouve hors de service : si, de plus, on ne possède pas d'instrument donnant exactement les hauteurs des astres, les méthodes généralement usitées pour la détermination de l'azimut, de la latitude et de la longitude se trouvent en défaut. La méthode que j'indique permet de se procurer ces données en supposant qu'on soit réduit à un instrument de mesure des angles horizontaux. Elle consiste à caler la lunette à une hauteur qui n'a pas besoin d'être connue, pourvu qu'elle soit constante, et à observer les directions horizontales de trois astres. On aperçoit immédiatement l'analogie avec la méthode connue de Gauss; mais celle-ci suppose qu'on ait un chronomètre à marche régulière et bien déterminée. On peut la rapprocher encore de la méthode des azimuts correspondants de M. d'Abbadie, mais cette dernière emploie les lectures simultanées en hauteur et en azimut.

» Voici les formules qui résolvent le problème. Soient

λ la colatitude,
ζ la distance zénithale,
S la lecture du point sud au théodolite,
a, a', a'' les lectures azimutales des trois astres,
$\delta, \delta', \delta''$ leurs distances au pôle nord.

» On a

$$\cos\delta = \cos\lambda\cos\zeta - \sin\lambda\sin\zeta\cos(S - a), \tag{1}$$

et deux autres équations analogues en accentuant a et δ.

» En éliminant les produits $\cos\lambda\cos\zeta$ et $\sin\lambda\sin\zeta$ entre ces trois relations, on trouve une équation en S, et la solution est donnée par le calcul des formules

$$m = \sin\tfrac{1}{2}(\delta + \delta')\sin\tfrac{1}{2}(\delta - \delta')\sin\tfrac{1}{2}(a - a''),$$
$$n = \sin\tfrac{1}{2}(\delta + \delta'')\sin\tfrac{1}{2}(\delta - \delta'')\sin\tfrac{1}{2}(a - a'),$$
$$\frac{m}{n} = \operatorname{tang}\varphi, \qquad \theta = -\tfrac{1}{4}(2a + a' + a''),$$
$$\operatorname{tang}(S + \theta) = \operatorname{tang}(45^\circ + \varphi)\operatorname{tang}\tfrac{1}{4}(a' - a'').$$

» On trouve ensuite l'azimut par $\pm A = a - S$, selon le sens de la graduation. La colatitude et la distance zénithale se trouvent par le calcul de

$$-\sin\lambda\sin\zeta = \frac{\sin\frac{1}{2}(\delta + \delta')\sin\frac{1}{2}(\delta - \delta')}{\sin\frac{1}{2}(A + A')\sin\frac{1}{2}(A - A')},$$
$$\cos\lambda\cos\zeta = \cos\delta + \sin\lambda\sin\zeta\cos A,$$

d'où l'on déduit, par addition et soustraction, $\cos(\lambda + \zeta)$ et $\cos(\lambda - \zeta)$ et par suite λ et ζ.

» L'ambiguïté résultant de ce que ces angles sont déterminés par leurs cosinus tient à la nature même du problème et à la symétrie des formules en ζ et λ. Elle sera levée en pratique par la connaissance approchée de la colatitude, sauf le cas où $\zeta - \lambda$ est très petit, mal déterminé par son cosinus et de signe incertain. Mais on peut alors modifier la méthode en observant une étoile circompolaire près du méridien et notant la direction de son mouvement : on appliquera la formule de réduction au méridien que l'on calcule avec les valeurs approchées

$$\sin\tfrac{1}{2}\varepsilon = \frac{\sin\lambda\sin\zeta\cos^2\frac{1}{2}A}{\sin\frac{1}{2}[\delta \pm (\lambda - \zeta)]},$$

le sens du mouvement détermine le signe de $\lambda - \zeta$.

» Quand on a plus de trois étoiles on trouve d'abord des valeurs approchées des inconnues, puis, partant des équations différentielles du problème, on établit des équations de condition qui donneront les corrections des inconnues par la méthode des moindres carrés ou par celles de Mayer ou de Cauchy.

» Ces mêmes équations différentielles, obtenues en faisant varier λ, ζ, S et a dans la formule (1) donnent l'expression de l'erreur dS en fonction

des erreurs d'observation da, da' et da''. Elle est

$$-2\,dS = \frac{\sin\frac{1}{2}(A'+A'')\sin A}{\sin\frac{1}{2}(A'-A)\sin\frac{1}{2}(A-A'')}da + \frac{\sin\frac{1}{2}(A+A'')\sin A'}{\sin\frac{1}{2}(A''-A')\sin\frac{1}{2}(A'-A)}da' + \frac{\sin\frac{1}{2}(A+A')\sin A''}{\sin\frac{1}{2}(A''-A')\sin\frac{1}{2}(A-A'')}da'',$$

et le maximum de précision est atteint quand les azimuts sont équidistants de 120° entre eux. L'erreur de la colatitude est

$$d\lambda = \frac{\sin\lambda\sin\zeta[\cos\lambda\sin\zeta\cos\frac{1}{2}(A+A') + \sin\lambda\cos\zeta\cos\frac{1}{2}(A-A')]\,dS}{\sin(\lambda-\zeta)\sin(\lambda+\zeta)\sin\frac{1}{2}(A+A')};$$

les meilleures conditions d'observation se rapportent à deux étoiles observées près du méridien de part et d'autre du zénith : on se rapproche ainsi de la méthode Horrebow-Talcott, et dans la grande généralité des cas, la colatitude a une précision très supérieure à celle de la lecture azimutale dont elle dérive.

» Si l'axe de rotation n'est pas vertical, il coupe la sphère en un point qu'on peut dénommer *zénith instrumental*. Si i désigne l'inclinaison, mesurée au niveau, à l'azimut A ; z la distance du zénith instrumental au zénith vrai, et N son azimut, on a trois équations de la forme

$$\tang i = \tang z \cos(A - N) \qquad \text{ou} \qquad i = z\cos(A - N).$$

» Les différences $i - i'$, $i - i''$ sont les différences de lectures du niveau ; on trouve donc z et N ; la correction de la colatitude trouvée est égale à $-z\cos N$.

» Pour avoir la longitude, on observe la Lune à la même hauteur. Au moyen de cette donnée et de ζ et λ, on peut calculer la distance polaire de cet astre, et en déduire : 1° l'heure de Paris ; 2° l'angle horaire de la Lune à l'instant de l'observation. Les corrections de demi-diamètre et de parallaxe résultent d'approximations successives.

» La précision de la longitude est moindre que celle des observations de Æ, mais supérieure au tiers de cette dernière pendant dix-sept à dix-huit jours par lunaison ; elle en atteint la moitié pendant trois à quatre jours.

» Les avantages généraux de la méthode sont :

» La substitution des pointés aux évaluations de temps ;

» Le champ et le nombre d'astres observables beaucoup plus étendus que pour les instruments à réflexion ;

» L'utilisation du petit théodolite de topographie pour donner une

précision en rapport avec le grossissement de la lunette et très supérieure à celle des lectures de la graduation;

» L'élimination des erreurs instrumentales dues à l'inclinaison de l'axe de rotation de la lunette et à sa collimation;

» L'absence d'influence des erreurs de réfraction, ce qui permet d'observer commodément à de faibles hauteurs. Elle se distingue par là des autres méthodes qui font dépendre la latitude de l'azimut, telles, par exemple, que celle de la digression des circompolaires.

» La méthode comporte d'ailleurs sensiblement la même précision pratique à toutes les latitudes et pour toutes les distances zénithales. »

HYDRAULIQUE. — *Expériences sur la contraction des veines liquides et sur la distribution des vitesses à leur intérieur;* Mémoire de M. **Bazin**, présenté par M. Boussinesq. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Resal, Maurice Lévy, Boussinesq, Sarrau.)

« Les expériences dont nous résumons ci-après les résultats ont eu pour principal objet l'étude des vitesses dans l'intérieur des veines liquides issues d'un orifice avec charge sur le sommet.

» Elles ont porté sur quatre orifices en mince paroi, savoir : un orifice carré de $0^m,20$ de côté; deux orifices circulaires de $0^m,20$ et $0^m,10$ de diamètre, placés d'abord verticalement et ensuite horizontalement; un orifice rectangulaire de $0^m,80$ de largeur sur $0^m,20$ de hauteur, dans lequel la contraction latérale avait été supprimée. La charge, qui a peu varié, était d'environ 1^m sur le centre. Les expériences comprennent quatre séries d'opérations distinctes. Les trois plus importantes avaient pour but de déterminer respectivement : 1° le coefficient m de la formule ordinaire de débit : $Q = mS\sqrt{2gh}$ (S surface de l'orifice, h hauteur de charge sur son centre); 2° la surface des sections transversales de la veine; 3° la répartition des vitesses dans chaque section.

» *Coefficient de débit.* — Ce coefficient a été déduit du remplissage d'une capacité connue; les valeurs relatives aux orifices carré et circulaire (0,607 et 0,598) concordent avec celles qu'avaient obtenues d'autres expérimentateurs; quant à celle de l'orifice rectangulaire, elle présentait, au point de vue théorique, un intérêt particulier, toutes les précautions ayant été prises pour supprimer complètement la contraction sur les deux côtés verticaux, et même pour empêcher l'épanouissement latéral de la

veine à la sortie de l'orifice, de sorte qu'elle pouvait être considérée comme une simple tranche d'une veine indéfinie dans le sens horizontal. La valeur de m n'avait pas, à notre connaissance, été déterminée dans des conditions aussi bien définies; elle est égale à 0,627.

» *Sections transversales de la veine.* — On sait qu'au sortir de l'orifice la veine se contracte d'abord rapidement; cette contraction se continue ensuite beaucoup plus lentement, sans qu'il existe, en général, de section minimum, et le rapport de la section de la veine à la surface S de l'orifice décroît d'une manière continue. A la distance de $0^m,20$ de nos trois orifices verticaux, distance égale à leur hauteur commune, nous avons trouvé, malgré la diversité de leur forme, des valeurs sensiblement constantes pour ce rapport, qui ne diffère que de quelques millièmes, en plus ou en moins, de 0,6. Sur les orifices horizontaux, la contraction est plus rapide, à égalité de distance, en raison de l'accélération produite par la descente verticale du jet.

» Le débit étant connu par les opérations préliminaires de tarage, on déduit immédiatement de la surface de chaque section la vitesse moyenne u du liquide qui la traverse, et on peut la comparer à la vitesse U qui serait due à la charge sur le centre de la section. Cette comparaison conduit à un résultat différent, suivant que l'orifice est vertical ou horizontal. Dans le premier cas, la vitesse dans l'intérieur de la veine, une fois contractée, surpasse un peu U; l'écart est, du reste, renfermé dans des limites assez étroites; car nous avons trouvé, pour le rapport des deux vitesses à $0^m,30$ de l'orifice : orifice carré, 1,027; orifice circulaire, 1,007; orifice rectangulaire, 1,039 (cette dernière valeur est probablement trop forte de quelques millièmes). Il en est autrement pour les orifices circulaires ouverts dans un plan horizontal; le rapport des deux vitesses ne dépasse pas l'unité et reste même un peu au-dessous. C'est donc dans l'inégalité des pressions sur les différentes parties de l'orifice vertical qu'il faut chercher l'explication de l'anomalie apparente signalée en 1827 par Poncelet et Lesbros, puis de nouveau, en 1834, par Lesbros seul, et consistant en un excédent sensible de la vraie vitesse moyenne u sur sa valeur approchée théorique U, déduite du principe de D. Bernoulli, pour le centre de la section supposé à la pression atmosphérique. L'écart des deux vitesses u et U doit varier avec la charge h, ou mieux avec le rapport de cette charge à la hauteur de l'orifice; il est vraisemblable qu'il disparaîtrait, si ce rapport était suffisamment grand pour rendre relativement négligeable la différence des pressions.

» *Répartition des vitesses dans la section de la veine.* — Les vitesses ont été déterminées au moyen d'un instrument analogue au tube Pitot-Darcy; cet instrument consistait en deux petits tubes accolés dans l'intérieur d'une lame métallique de $0^m,003$ d'épaisseur, et communiquant avec des tubes de verre munis d'échelles graduées. Le premier avait son ouverture dirigée contre le courant, et l'eau s'élevait, dans le tube de verre correspondant, à un niveau constant, qui n'était autre que le niveau d'amont; le second débouchait sans aucune saillie sur la face latérale de la lame, et indiquait la pression.

» Si l'on opère d'abord sur un orifice circulaire horizontal, on constate que, dans son plan, la plus petite vitesse se trouve au centre; sa valeur est $0,64\sqrt{2gh}$. Dès qu'on s'éloigne de l'orifice, les vitesses tendent très rapidement à s'égaliser, et à une distance égale au rayon, elles deviennent à peu près uniformes dans toute l'étendue de la section. Les choses se passent autrement sur un orifice vertical; il existe encore dans son plan un minimum qui n'est plus au centre, mais un peu au-dessus; sa valeur est $0,625\sqrt{2gh}$ pour l'orifice circulaire, $0,64\sqrt{2gh}$ pour l'orifice carré, et $0,69\sqrt{2gh}$ pour l'orifice rectangulaire sans contraction latérale. Ce minimum disparaît de même rapidement, et, à une distance égale à la moitié de la hauteur de l'orifice, il n'est plus perceptible. Les vitesses ne deviennent pas égales, il est vrai, dans toute l'étendue de la section, comme dans le cas précédent; elles vont en croissant, lorsque l'on traverse la veine de haut en bas.

» *Expérience de Lagerjelm.* — Cette expérience souvent citée et qui, inexactement faite, a entraîné de graves erreurs, consiste à plonger verticalement un tube ouvert par les deux bouts au-dessus d'un orifice circulaire horizontal, de sorte que son extrémité inférieure vienne coïncider avec le centre. Dans cette position, Lagerjelm avait annoncé (d'après une citation de Poncelet et Lesbros dans leurs *Expériences hydrauliques*) que le niveau de l'eau dans le tube était le même que dans le bassin d'alimentation, c'est-à-dire que la vitesse était nulle. Nous avons renouvelé cette expérience avec beaucoup de soin, et nous avons reconnu qu'il se produit, au contraire, dans le tube une dépression considérable. Si on le remonte ensuite peu à peu, on voit cette dépression diminuer rapidement; elle disparaît lorsque l'extrémité du tube est à une distance de l'orifice égale au diamètre. Dans le plan même des deux orifices de $0^m,20$ et $0^m,10$, la dépression a été de $0,41\,h$; on en déduit que la vitesse au centre était bien

$0,64\sqrt{2gh}$, comme nous l'avions obtenue par la mesure directe. En réduisant l'ouverture à $0^m,07$ et à $0^m,05$, la dépression a été un peu plus grande : $0,425h$ pour le diamètre de $0^m,07$, $0,44h$ pour celui de $0^m,05$. Il est probable toutefois que cette différence provient, du moins en majeure partie, non de la réduction du diamètre, mais du trouble, relativement plus sensible, que la présence du tube apportait à l'écoulement, bien que son extrémité eût été effilée (comme, du reste, pour les orifices plus grands) de manière à se terminer par une petite ouverture de $0^m,001$ seulement de diamètre. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Théorie mathématique de l'indicateur de Watt.* Mémoire de M. **L. Lecornu** (Extrait par l'auteur).

(Commissaires : MM. Bertrand, Marcel Deprez, Sarrau.)

« J'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie un travail dans lequel je me suis proposé d'étudier, avec plus de précision qu'on ne l'a fait jusqu'ici, la théorie de l'indicateur de Watt. On admet couramment que les déplacements de la tige sont à chaque instant proportionnels à la pression effective qu'il s'agit de mesurer. Cependant, en laissant même, si l'on veut, de côté les oscillations passagères qui apparaissent dans certains cas, et dont j'ai formulé les lois, on doit craindre que l'inertie, jointe aux résistances passives de toute nature, ne soit la cause d'un écart permanent entre la position statique et la position observée. Le calcul montre que cet écart, négligeable s'il s'agit de machines à marche très lente, peut au contraire atteindre des valeurs importantes avec les machines rapides qui se répandent de plus en plus dans l'industrie. J'ai indiqué les moyens pratiques d'éliminer, graphiquement ou analytiquement, toutes les influences perturbatrices, soit que l'on veuille discuter les détails d'une distribution, soit que l'on se borne à évaluer le travail total, et j'ai donné la marche à suivre pour tirer de l'examen d'un diagramme quelconque, avec certitude et non plus avec une approximation douteuse, toutes les conséquences utiles. Chemin faisant, j'ai fait voir qu'il y aurait un certain intérêt à créer, par un procédé électromagnétique, une résistance connue proportionnelle à la vitesse, en vue de ralentir les oscillations propres du ressort et d'augmenter leur coefficient d'amortissement; l'erreur due au surcroît de

résistance pouvant d'ailleurs être facilement corrigée. J'ai déterminé la valeur la plus favorable de cet amortissement.

» La possibilité de tenir compte des effets dûs à l'inertie et aux résistances passives permet de renoncer aux ressorts si raides qui sont actuellement en usage, au détriment de la sensibilité, et de supprimer en même temps l'appareil cinématique chargé d'amplifier automatiquement le mouvement du crayon. On en reviendrait ainsi au dispositif primitif de Watt, consistant à fixer directement le crayon à la tige. Rien n'empêcherait d'ailleurs d'amplifier ensuite, au besoin, le diagramme avec un pantographe. L'emploi du pantographe serait plus logique que celui de l'appareil amplificateur commandé par la tige, car celui-ci possède toujours une inertie considérable : en faisant le calcul pour un indicateur Richards que j'ai eu l'occasion d'examiner au Conservatoire des Arts et Métiers, j'ai constaté que l'existence de l'appareil amplificateur a pour effet de tripler l'inertie.

» Il n'était pas inutile de donner à l'indicateur de Watt un caractère vraiment scientifique : car, s'il est vrai que le dispositif dû à M. Marcel Deprez permet de relever par points, à toute vitesse, les diagrammes exacts, l'appareil de Watt conserve l'avantage de sa grande simplicité et celui de fournir la courbe d'un seul coup, sans aucune hypothèse sur la persistance des phénomènes.

» La partie purement mathématique de cette étude trouverait facilement d'autres applications dans l'examen de plusieurs problèmes concernant les mouvements périodiques. »

M. L. Jaubert soumet au jugement de l'Académie une Note relative à une disposition particulière dans la construction des baromètres.

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart.)

M. Constant Houlbert adresse pour les concours du prix Gegner et du prix Jérôme Ponti une Note intitulée : « Recherches sur la structure comparée du bois secondaire dans les Apétales. »

(Renvoi aux Commissions des prix Gegner et Jérôme Ponti.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale une Communication de M. *G. Hinrichs* qui propose de faire élever par les chimistes de toutes les nations un monument à la mémoire de Lavoisier. M. le Secrétaire perpétuel pense que l'Académie serait disposée à examiner la question et l'invite à entendre M. **Grimaux**, qui présente une proposition analogue.

L'Académie décide que la question sera renvoyée à l'examen de la Commission administrative.

M. **Laborde**, M. **Ollier** prient l'Académie de vouloir bien les comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante dans la Section de Médecine et Chirurgie par suite du décès de M. *Brown-Séquard*.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Gale, faites à l'équatorial coudé de* $0^m,318$ *à l'observatoire d'Alger; par MM.* **Rambaud** et **Sy**; communiquées par M. Tisserand.

Dates 1894.	Étoiles.	Gr.	ΔR.	ΔD.	Nombre de compar.	Obs.
Avril 29...	*a*	8,5	$-1^m\ 7^s,70$	$+0'.46'',9$	9:12	S
29...	*a*	8,5	−1. 3,87	+2. 0,4	9:12	R
30...	*b*	9,0	+1.36,02	−0.15,3	9:12	S
30...	*b*	9,0	+1.41,96	+1.36,1	9:12	R
Mai 1...	*c*	9,0	+0. 7,85	+3. 0,9	12:10	R
1...	*c*	9,0	+0.15,66	+5.30,3	10:10	S

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moy. 1894,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1894,0.	Réduction au jour.
a...	Cordoba, n° 1964	$7^h.28^m.34^s,01$	$+0^s,06$	$-23°.42'.23'',9$	$-6'',6$
b...	Weisse$_1$, suppl. n° 5934	7.39.01,47	+0,15	−19.39.57,7	−5,9
c...	Id., n° 6265	7.53.19,60	+0,27	−15.27.11,4	−5,3

Positions apparentes de la comète.

Dates 1894.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Avril 29....	8h13m41s	7h27m26s,37	$\bar{1}$,594	−23°41′43″,6	0,826
29....	8.21.02	7.27.30,20	$\bar{1}$,605	−23.40.30,1	0,821
30....	8. 9.29	7.40.37,64	$\bar{1}$,562	−19.40.18,9	0,821
30....	8.20.28	7.40.43,58	$\bar{1}$,580	−19.38.27,5	0,815
Mai 1....	8.54.48	7.53.27,72	$\bar{1}$,605	−15.24.15,8	0,790
1....	9.10. 9	7.53.35,53	$\bar{1}$,624	−15.21.46,4	0,783

M. **Tisserand**, à la suite de cette Communication, dit que la comète Gale a été photographiée à l'Observatoire de Paris, le 5 mai, par MM. Henry : l'épreuve obtenue avec une pose de quarante minutes montre une queue longue de 4°, qui se divise, à une certaine distance du noyau, en deux branches formant entre elles un angle d'environ 3°; sur le cliché, la direction moyenne est à très peu près perpendiculaire à la direction du mouvement de la comète; cette queue n'a pas été reconnue par la vision oculaire. Le 5 mai, la comète était tout juste visible à l'œil nu, comme une faible nébulosité.

ACOUSTIQUE. — *Émission des sons*. Note de M. **Henri Gilbault**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note relative à l'émission des sons, que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 15 janvier, je n'ai pas tenu compte du frottement intérieur qui peut se développer dans un corps en vibration. Il y a, de ce fait, une résistance que j'admets être proportionnelle à la vitesse et que je représente par

$$r^2\frac{dx}{dt},$$

de sorte que l'équation du mouvement est

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} x = {} & \frac{k\alpha\sqrt{1+q^4n^2\cos\varepsilon}}{p^2-mn^2}\sin[nt-(\varphi+\varepsilon)] \\ & + \mathrm{B}e^{-\frac{\sqrt{q^2+r^2}}{2mn}(nt-\varphi)}\sin\left(\frac{nt-\varphi}{mn}\sqrt{p^2m-\frac{q^2+r^2}{4}}+e\right), \end{aligned}\right.$$

et que la loi de décroissance des amplitudes d'une source placée dans l'air est

$$(2) \qquad A_1 = A_0 e^{-\frac{\sqrt{q^2+r^2}}{2m}t},$$

» La loi de décroissance dans le vide sera

$$(3) \qquad A_2 = A_0 e^{-\frac{r}{2m}t'}$$

et s'il n'y avait pas de frottement intérieur la loi de décroissance serait

$$(4) \qquad A_3 = A_0 e^{-\frac{q}{2m}t''}.$$

Ces lois de décroissance sont logarithmiques et j'ai pu, dans les deux premiers cas, les vérifier expérimentalement en enregistrant photographiquement la décroissance des amplitudes. En prenant les logarithmes des amplitudes en ordonnées et les temps en abscisses on obtient des droites qui permettent en outre de déterminer les coefficients qui sont, dans le système C.G.S. :

	r.	q.
Diapason ut_2 n° 1 (métal poli)	5,302	3,601
Diapason ut_2 n° 1 recouvert de noir de fumée.....	5,302	20,170

» La décroissance logarithmique a une conséquence : si nous plaçons dans l'air un diapason en vibration, au bout du temps t, son amplitude sera donnée par l'équation (2). Si ce même diapason n'avait pas de frottement intérieur, cette amplitude serait donnée par (4) : mais A_3 sera égal à A_1 au bout d'un temps $\theta = t + \lambda$; or, λ est proportionnel à t

$$\lambda = \mu t,$$

et

$$\theta = t(1 + \mu);$$

donc

$$A_1 = A_0 e^{-\frac{q}{2m}(1+\mu)t},$$

$$A_1^2 = A_0^2 e^{-\frac{q}{m}(1+\mu)t};$$

la quantité d'énergie perdue par le diapason pendant un temps très petit, ou encore la quantité d'énergie cédée à l'air pendant ce même temps, est proportionnelle à

$$d(A_1^2) = \frac{q}{m}(1 + \mu) A_1^2 \, dt;$$

cette perte est proportionnelle à l'énergie elle-même, donc l'amplitude de la tranche d'air au contact d'une source est proportionnelle à l'amplitude de cette source

$$A = K'\alpha. \tag{5}$$

» Réciproquement, si la tranche d'air qui communique son mouvement au diapason, c'est-à-dire que celui-ci vibre par influence, son amplitude sera proportionnelle à celle de la tranche d'air dans laquelle il se trouve.

» On peut donc en plaçant en différents points de l'espace un corps pouvant vibrer, et en mesurant l'amplitude de sa vibration par influence, avoir des nombres proportionnels à l'amplitude du mouvement de l'air en ces différents points, ce qui m'a permis d'établir la loi de propagation des sons des différentes sources, étude que je réserve pour une prochaine Communication. »

ÉLECTRICITÉ. — *Égalité des vitesses de propagation d'ondes électriques très courtes dans l'espace libre et le long de fils conducteurs.* Note de M. **M. Dufour**, présentée par M. Lippmann.

« L'égalité des vitesses de propagation des ondes électriques dans l'espace libre et le long de fils conducteurs a été établie par MM. Sarasin et de la Rive [1] pour des longueurs d'onde comprises entre 80^{cm} et 8^{m}.

» Hertz avait déjà constaté l'égalité des deux vitesses pour des longueurs d'onde de 30^{cm} environ [2]. Je me suis proposé de rechercher si cette égalité persistait pour des longueurs d'onde encore plus courtes.

» L'excitateur dont je me suis servi est formé de quatre sphères de cuivre de $2^{cm},5$ de diamètre, dont les centres se trouvent sur une ligne droite horizontale à $2^{cm},8$ environ [3] l'un de l'autre. Elles sont immergées dans de l'huile de vaseline. Les deux sphères extrêmes étaient reliées aux pôles d'une machine de Holtz par des fils engainés dans des tubes de

---

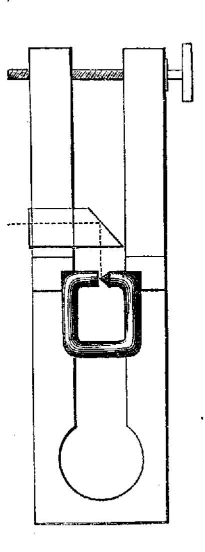
(1) Ed. Sarasin et L. de la Rive, *Archives des Sciences physiques et naturelles*, t. XXIX, p. 358 et 441; 1893.

(2) *Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft*, p. 19.

(3) Il y a intérêt à écarter les sphères le plus possible l'une de l'autre, car l'intensité des effets produits par l'excitateur augmente avec la distance qui sépare les sphères.

caoutchouc épais. Des étincelles éclatent entre les boules et l'excitateur fonctionne comme celui de M. Righi ([1]) : il donne naissance à des ondes électriques se propageant dans l'espace libre. Dans le cas où l'on veut étudier la propagation des ondes le long de fils conducteurs, on place dans la vaseline, en regard des deux sphères du milieu, deux petites plaques de cuivre d'où partent les fils de ligne.

» Le résonateur est un cadre carré fait d'un morceau de gros fil de cuivre : l'intervalle explosif se trouve au milieu de l'un des côtés du carré. Des deux extrémités en regard, l'une est pointue, l'autre arrondie : on diminue leur distance en donnant au cadre une légère flexion. Pour cela, les portions voisines de l'intervalle explosif sont fixées, comme l'indique la figure, vers les milieux des branches d'une sorte de compas en bois : l'élasticité du cadre tend à les écarter, on les rapproche au moyen d'une vis qui,



agissant à leur extrémité, permet un réglage délicat. Enfin, grâce à un prisme à réflexion totale convenablement disposé, l'observateur peut voir les étincelles sans être obligé de placer la tête dans le champ. La construction et le réglage de résonateurs carrés devenant impraticables pour les très petites dimensions, j'ai eu recours, pour étudier des longueurs très courtes, à des résonateurs circulaires, formés d'un ruban de cuivre.

» Pour déterminer dans l'air libre la longueur d'onde d'un résonateur,

---

([1]) A. Righi, *Atti della reale Accademia dei Lincei*, 5e série, t. II, p. 505; 1893.

on installe celui-ci verticalement (l'intervalle explosif étant soit en haut, soit en bas) entre l'excitateur et la plaque de cuivre de 35^{cm} sur 38^{cm} servant de miroir réflecteur. Quand on déplace cette plaque, on voit les étincelles secondaires s'éteindre et se rallumer. On note les positions du miroir pour lesquelles les étincelles disparaissent lorsqu'on approche du nœud successivement dans un sens et dans l'autre. En perfectionnant le réglage, on cherche à réduire la distance de ces positions d'extinction, et c'est leur moyenne que l'on prend ensuite pour position du nœud. On détermine ainsi plusieurs nœuds successifs [1].

» Pour opérer le long de fils conducteurs, je tends ceux-ci parallèlement l'un à l'autre dans un plan horizontal. Le résonateur est fixé entre eux dans leur plan, de façon que l'intervalle explosif soit à égale distance de chacun d'eux. On déplace sur les fils un pont conducteur et l'on détermine, comme précédemment, la position des nœuds.

» J'ai opéré avec six résonateurs : les résonateurs I, II, III sont faits avec du fil de cuivre de $0^{cm},85$ de diamètre; les côtés des carrés sont respectivement $6^{cm},5$, $4^{cm},4$, $3^{cm},2$. Le résonateur IV est fait avec du fil de $0^{cm},5$ de diamètre; il a $2^{cm},1$ de côté. Le résonateur V est circulaire; il est fait avec un ruban de cuivre de $0^{cm},2$ d'épaisseur et de $0^{cm},55$ de largeur; il a 2^{cm} de diamètre. Le résonateur VI est également circulaire; son diamètre est $1^{cm},2$; le ruban de cuivre qui le forme a $0^{cm},2$ d'épaisseur et $0^{cm},9$ de largeur. La première colonne du Tableau suivant contient le numéro d'ordre du résonateur; la deuxième, la longueur d'onde dans l'espace libre; dans la troisième est donnée sous le nom de *longueur d'extinction* la distance moyenne des deux positions d'extinction avoisinant le nœud; la quatrième et la cinquième colonne renferment les quantités correspondantes, lors de la propagation le long des fils.

---

(1) La petitesse des étincelles secondaires rendant inapplicables les méthodes de retournement et de mesure d'intensité par la longueur des étincelles, je n'ai employé à la détermination de l'internœud que la méthode d'extinction et de rallumage. J'ai installé le résonateur parallèlement au miroir parce que, dans cette position, les étincelles sont plus fortes que lorsqu'il est placé horizontalement. Il ne doit être ni trop loin de l'excitateur, car les phénomènes seraient peu intenses, ni trop près, car l'action directe de la source serait prédominante. On trouve, par tâtonnement, la position la plus avantageuse, c'est-à-dire celle qui donne aux interférences le plus de netteté.

Résonateur.	λ (espace libre).	Longueur d'extinction.	λ (fils).	Longueur d'extinction.
	cm	cm	cm	cm
I..........	58	4	57	3
II..........	40	4	40,5	3
III..........	21	3	20,5	3
IV..........	16	2	16	2
V..........	13	1,5	13	2
VI..........	8,5	1,3	8,5	» (1)

» J'ai répété la mesure des longueurs d'onde de plusieurs de ces résonateurs dans l'espace libre et le long de fils, en employant un excitateur de plus petite dimension, formé de quatre sphères de $1^{cm},3$ de diamètre : les effets étaient moins intenses, et la mesure de l'internœud moins précise, mais je n'ai aperçu aucune variation de longueur d'onde.

» En résumé, mes observations permettent d'étendre à des longueurs d'onde décroissant jusqu'à $8^{cm},5$ la proposition de MM. Sarasin et de la Rive : les vitesses de propagation dans l'espace libre et le long de fils conducteurs restent encore égales pour les petites longueurs d'onde (2). »

OPTIQUE. — *Spectres d'absorption du bromure cuivrique.* Note de M. PAUL SABATIER.

« Dans une précédente Communication, j'ai signalé la variété des colorations que présentent les solutions de bromure cuivrique et l'opacité extraordinaire qu'on rencontre dans certaines d'entre elles. Il m'a paru que l'étude de leurs spectres d'absorption offrirait quelque intérêt.

» J'ai employé pour cet examen le spectrophotomètre de M. Crova. Les deux sources lumineuses étaient deux becs Auer à incandescence, branchés sur une même prise de gaz avec interposition d'un régulateur de pression, et munis chacun d'une cheminée métallique percée d'un petit trou laissant passer la lumière.

» Les solutions étudiées sont placées dans des cuves verticales à faces bien parallèles, d'épaisseurs exactement connues.

(1) Le résonateur VI placé près des fils n'a donné d'étincelles qu'au voisinage immédiat des ventres. La longueur d'onde indiquée dans le Tableau est la distance des positions du pont correspondant au premier et au troisième ventre.

(2) Travail fait au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Nancy.

» Pour éliminer l'influence de l'inégalité inévitable des deux sources et aussi de l'absorption spéciale exercée par les parois des cuves et par les réflexions sur leurs surfaces, j'ai opéré comme il suit.

» Sur le trajet de la lumière directe, entre la cuve à liquides et la fente du spectrophotomètre, on dispose la lentille œil-de-chat du spectrophotomètre de M. Cornu, qui donne sur la fente une image lumineuse de la source, et permet, grâce à l'œil-de-chat, d'en diminuer à volonté l'intensité.

» La cuve étant pleine du dissolvant incolore, le nicol latéral étant au zéro, on ferme graduellement l'œil-de-chat, de manière à ce que le spectre direct ait un éclat moyen un peu plus faible que le spectre latéral. On détermine alors, pour les diverses radiations, le rapport de la lumière directe I_λ qui arrive à la fente, à la lumière latérale plus forte Φ_λ. On trouve

$$I_\lambda = \Phi_\lambda \cos^2\omega = K\Phi.$$

» Cela fait, on remplace dans la cuve le dissolvant par le liquide coloré à étudier : il en résulte une absorption plus ou moins énergique. I_λ se trouve réduit à I'_λ qu'on évalue

$$I'_\lambda = \Phi_\lambda \cos^2\omega' = K'\Phi.$$

» On en déduira

$$\frac{I'_\lambda}{I_\lambda} = \frac{K'}{K} = \frac{m}{100},$$

m étant la proportion (pour 100) de lumière transmise.

» Or, la loi générale établie pour la transmission d'un rayon simple au travers d'une épaisseur e d'un milieu absorbant est exprimée par la relation

$$I'_\lambda = I\alpha^e,$$

α étant une fraction qu'on nomme *coefficient de transmission*.

» A cause de la grandeur du pouvoir absorbant dans certaines solutions de bromure cuivrique, j'ai choisi comme liqueur normale celle qui contient par litre $\frac{1}{100}$ d'atome de cuivre, soit $0^{gr},634$, e étant exprimé en centimètres [1].

» Pour de telles liqueurs, nous aurons

$$\frac{m}{100} = \alpha^e,$$

d'où

$$\log\alpha = \frac{\log m - 2}{e}.$$

---

[1] De telles liqueurs ne sont pas toujours réalisables dans la pratique : ainsi, pour les solutions aqueuses concentrées vert foncé ou brunes de bromure cuivrique, on ne pourrait sans changer l'état du sel le diluer à $\frac{1}{100}$ de Cu par litre. Mais, théoriquement, la chose serait possible, en employant un dissolvant inerte convenable, et la considération de ces liqueurs est une fiction nécessaire pour la comparaison des spectres d'absorption.

» Dans des solutions de concentration différente, mais où la matière colorée existe *sous des états chimiques identiques*, l'absorption ne dépend que de la masse chimique placée sur le trajet de la lumière. Pour une liqueur où $\frac{Cu}{100}$ occupe n litres, l'épaisseur e absorbera comme $\frac{e}{n}$ de la liqueur normale. La formule, appliquée à un tel liquide, devient

$$\log \alpha = \frac{n(\log m - 2)}{e},$$

m proportion centésimale de lumière transmise, e épaisseur de la solution colorée (en centimètres), n nombre de litres occupés par $0^{gr},634$ de cuivre dans cette solution.

» Pour une même liqueur, on peut à volonté faire varier e : il sera avantageux d'observer sous de fortes épaisseurs, quand l'absorption est peu marquée, sous de faibles épaisseurs, quand le liquide est très opaque. Les valeurs de α relatives aux diverses radiations, ainsi obtenues pour une épaisseur déterminée, peuvent être représentées par des courbes régulières (les λ étant prises pour abscisses). Les courbes qui correspondent aux diverses épaisseurs se confondent et se raccordent d'une manière satisfaisante, ce qui fournit une vérification physique de la loi de l'épaisseur.

» Voici les principaux résultats :

» 1° *Solution aqueuse diluée de bromure cuivrique* (par exemple : $CuBr^2 = 8^{lit}$). — La liqueur a la couleur bleue habituelle des sels cuivriques : l'absorption, assez marquée dans le rouge, décroît rapidement, et devient très faible à partir du vert.

» L'élévation de température modifie ces valeurs en augmentant l'absorption des radiations courtes : les solutions bleues chauffées verdissent et se rapprochent des liqueurs étudiées ci-dessous.

» 2° *Solution aqueuse plus concentrée* (275^{gr} de bromure par litre, soit $CuBr^2 = 0^{lit},81$). — Ici, l'absorption, énergique dans le rouge, présente un minimum bien caractérisé dans le vert, pour $\lambda = 555^{\mu\mu}$, puis elle augmente rapidement vers le bleu et l'indigo; il en résulte une teinte vert foncé identique à celle des cristaux $CuBr^2, 4H^2O$.

» D'ailleurs, si l'on chauffe ces solutions vertes, elles deviennent brunes et semblables à celles qu'on va décrire.

» 3° *Solutions très concentrées* (par exemple ayant par litre de 600^{gr} à 1000^{gr} de bromure anhydre). — Les solutions très concentrées de bromure cuivrique présentent une opacité extrême, qui ne permet d'observer leur spectre d'absorption que sous des épaisseurs très faibles, inférieures à 1^{mm}, et, par suite, difficiles à évaluer avec rigueur. Cette circonstance ne permet pas d'y mesurer les coefficients α avec une précision suffisante. On

peut toutefois constater que la transmission est maxima dans le rouge au voisinage de l'orangé, pour $\lambda = 640^{\mu\mu}$; puis l'absorption augmente rapidement du côté du vert. Il en résulte une teinte brune, rouge jaunâtre en couche mince.

» 4° *Solutions du bromure cuivrique anhydre dans l'alcool absolu* (1). — Ici, quelle que soit la concentration, les spectres d'absorption sont identiques, et paraissent semblables à ceux des solutions aqueuses très concentrées. Le maximum de transmission a lieu pour les mêmes rayons $\lambda = 640^{\mu\mu}$. On peut en conclure que les solutions aqueuses très concentrées contiennent le sel, au moins en majeure partie, à l'état anhydre.

» L'intensité de l'absorption est très grande : elle devient encore bien plus forte dans les solutions bromhydriques, que nous nous proposons d'examiner dans une prochaine Note. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les variations de viscosité que présente le soufre fondu*. Note de MM. **J. Brunhes** et **J. Dussy**, présentée par M. Duclaux.

« La fluidité du soufre fondu a été étudiée par Dumas en 1827 (2) et par Charles Sainte-Claire Deville en 1856 (3). D'après ces savants, la fluidité du soufre fondu irait en décroissant d'abord lentement lorsque la température augmente à partir du point de fusion jusque vers la température de 150°. La substance commencerait alors à s'épaissir et prendrait une véritable viscosité vers 180°. Ni Dumas ni Charles Sainte-Claire Deville n'ont fait connaître les procédés à l'aide desquels ils ont apprécié les divers degrés de fluidité du soufre fondu; nous nous sommes proposé de déterminer les variations de cette fluidité en mesurant le temps qu'emploie, aux différentes températures, une même masse de soufre pour traverser un tube capillaire. Ce tube est assez fin et assez long pour que les lois de Poiseuille soient applicables, comme nous nous en sommes assurés directement. Le petit appareil plonge dans un bain liquide dont la température est maintenue constante à l'aide d'un thermo-régulateur pendant chaque série d'expériences. Les résultats déjà obtenus nous permettent de conclure

(1) On s'est servi d'alcool absolu redistillé sur la baryte caustique.
(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XXXVI.
(3) *Ibid.*, 3e série, t. XLVII, p. 94.

que la fluidité du soufre croît d'abord comme celle des autres liquides, avec la température. La vitesse d'écoulement augmente depuis le point de fusion jusqu'à une température comprise entre 156° et 157°. A partir de ce terme, elle diminue très rapidement; le corps, après être passé par un maximum de fluidité, devient visqueux dans l'intervalle de quelques degrés, à ce point qu'à 162° (¹), il ne peut plus couler dans des tubes de 1^{mm} de diamètre, sous l'action d'une charge mesurée par une colonne de mercure de 700^{mm}. Le soufre subit donc là un véritable changement d'état, suivi d'un autre en sens inverse qu'on peut considérer comme une seconde fusion. La fluidité éprouve dès lors de nouvelles variations avec la température; nous en poursuivons l'étude par la même méthode. Dans la première phase, nous avons reconnu que la vitesse d'écoulement du soufre est, à 156°, égale aux $\frac{1796}{1000}$ de celle qu'il a à la température de 115°,5, c'est-à-dire sensiblement égale aux $\frac{9}{5}$ de cette dernière.

» En faisant traverser le même capillaire par de l'huile d'olive à la température de 25°,5, on constate que l'écoulement du soufre à 115°,5 est un peu plus de dix fois (10,66) plus rapide que celui de l'huile, quand les charges sont représentées par des colonnes de soufre et d'huile de même hauteur. La pression exercée équivaut, dans un cas, au poids d'une colonne de soufre de 1^{m} de hauteur à 115°,5, dans l'autre à une colonne d'huile de 1^{m} de hauteur à 25°,5.

» Le rapport de la vitesse d'écoulement de l'eau à celle de l'huile, quand la température est de 25°,5, est connu par des expériences antérieures; il est égal à 205,43; par suite, le rapport de la vitesse d'écoulement du soufre à 115°,5 par rapport à l'eau à 25°,5 est de 0,0518, c'est-à-dire à peu près égal à $\frac{1}{20}$, et il est à 156° de 0,093. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des laques bleues dérivées de la dibromogallanilide et sur quelques réactions bleues des polyphénols.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« Si l'on ajoute avec ménagement de l'ammoniaque ou une solution de potasse ou de soude à une solution de la dibromogallanilide que nous avons

(¹) Cette température est celle vers laquelle a lieu le changement isomérique qui correspond à la formation du soufre insoluble d'après les expériences de M. Berthelot (*Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. XLIX, p. 476; 1857).

précédemment décrite [1], on fait apparaître un corps coloré bleu indigo facilement altérable par un excès d'air et un excès de base. Cette coloration passe au vert, puis au jaune.

» L'eau de chaux et l'eau de baryte donnent, dans les mêmes conditions, un précipité d'abord blanc qui se colore rapidement en un beau bleu par agitation à l'air. Au sein de l'eau, cette laque colorée se maintient inaltérée pendant plusieurs heures. Une addition d'acide même faible, un courant d'acide carbonique par exemple, décompose la laque et met en liberté un acide rouge groseille qui est l'acide de la laque bleue. L'addition en excès de l'acide organique détruit cet acide rouge.

» Ces laques calcique et barytique s'altèrent au contact de l'air et ne peuvent être recueillies sur un filtre.

» Nous sommes parvenus cependant à faire une laque zincique plus stable et par suite analysable dont la composition jette un jour important sur les produits bleus qui apparaissent dans des circonstances analogues aux dépens de l'acide gallique, de l'acide dibromogallique, du dibromogallate de méthyle, de la gallanilide, du pyrogallol, de la purpurogalline et même de la pyrogalloquinone.

» Cette laque zincique se prépare en versant un excès d'acétate de zinc en solution aqueuse dans une solution hydralcoolique étendue de dibromogallanilide. Pour que la précipitation soit aussi complète que possible, il faut environ 2 molécules d'acétate de zinc pour 1 de dibromogallanilide. Un trop grand excès de sel zincique a l'inconvénient de redissoudre partiellement le précipité.

» Le précipité zincique, d'abord blanc, bleuit rapidement à l'air. Cette laque, bleu indigo, peut être recueillie sur un filtre à pression Schleicher, lavé, essoré puis séché rapidement dans le vide sur l'acide sulfurique sans altération sensible.

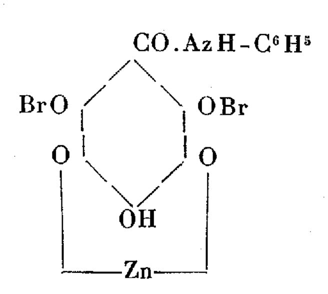
» L'analyse élémentaire correspond à la fixation de deux atomes d'oxygène sur la dibromogallanilide zincique suivant l'équation

$$C^6Br^2\left\{\begin{array}{l} CO.AzH-C^6H^5 \\ OH \\ \left.\begin{array}{l}O\\O\end{array}\right\rangle Zn \end{array}\right. + O^2 = C^6Br^2O^2\left\{\begin{array}{l} CO.AzH-C^6H^5 \\ OH \\ \left.\begin{array}{l}O\\O\end{array}\right\rangle Zn \end{array}\right. .$$

---

(1) Voir *Comptes rendus*, février 1894.

» Il s'est formé le corps



ou bien encore un corps à formule double avec deux groupements $>C<^{Br}_{O}$ liant 2 molécules par l'oxygène comme il arrive dans la purpurogalline ou la pyrogalloquinone.

» La décomposition spontanée de ces laques sous l'influence de l'oxygène qui enlève sans doute l'hydrogène du dernier OH phénolique et amène de nouvelles soudures, s'accompagne constamment de la production de bromure. Dans le cas actuel, il se forme du bromure zincique. Et le corps jaune final est une quinone ou mieux une polyquinone condensée, suivant toute probabilité.

» Un fait digne d'attention est que tous les polyphénols dérivés du pyrogallol donnent des corps colorés bleus. L'acide gallique, en présence des alcalis et spécialement du bicarbonate de chaux donne cette réaction bien connue.

» L'acide dibromogallique, le dibromogallate de méthyle et les autres éthers, la gallanitide, avec l'eau de chaux et de baryte donnent des corps bleus qui se maintiennent inaltérés assez longtemps au sein de l'eau froide. Le produit de l'action de l'acide dibromogallique est le plus altérable. Avec l'ammoniaque, la purpurogalline et la pyrogalloquinone donnent des corps bleus fugaces. Suivant nous, les CH du noyau ou des noyaux deviennent $>C<^{H}_{O-}$ avec soudure avec les noyaux voisins. Une oxydation subséquente élimine les hydrogènes pour aboutir à la formation de corps exclusivement quinoniques.

» Quoique hypothétique, cette généralisation repose sur quelque fondement expérimental. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau chlorure de carbone, le bichlorure de benzène hexachloré*. Note de M. **Et. Barral**, présentée par M. Friedel.

« En faisant réagir le pentachlorure de phosphore sur l'hexachlorophénol C^6Cl^6O, j'ai réussi à remplacer l'oxygène par Cl^2, et obtenir le bichlorure de benzène hexachloré.

» L'hexachlorophénol et le pentachlorure de phosphore, chauffés en tube scellé, pendant vingt-quatre heures, à la température de 150°-155°, donnent une masse solide, jaunâtre, cristallisée, dont j'ai pu isoler :

» 1° Du benzène hexachloré ;

» 2° De petits cristaux blancs, micacés, chatoyants, insolubles dans le benzène, très solubles dans l'éther. Ce corps, dont l'étude n'est pas terminée, paraît être une matière organique phosphorée ;

» 3° Une matière huileuse jaunâtre, à odeur de quinones chlorées ;

» 4° De longs prismes incolores, fondant à 159°-160°.

» Ces derniers cristaux sont purifiés par plusieurs cristallisations dans la ligroïne ; le produit pur donne à l'analyse les résultats suivants :

	I.	II.	III.	IV.	Calculé pour C^6Cl^8.
C.............	»	»	20,08	20,29	20,22
H.............	»	»	0,19	0,15	79,78
Cl.............	79,95	79,81	»	»	»

» Ce corps fond à 159°-160° en un liquide incolore, qui devient jaune à une température plus élevée et se décompose en chlore et en benzène hexachloré ; cette réaction montre qu'il est un produit d'addition du benzène hexachloré et qu'il a pour formule $C^6Cl^6.Cl^2$.

» Très soluble dans l'éther anhydre, le benzène et l'alcool, surtout à chaud, il est assez soluble à chaud dans la ligroïne, peu à froid.

» La solution aqueuse de soude caustique ne le décompose et ne le dissout pas à l'ébullition.

» L'acide azotique fumant le dissout lentement à chaud ; en ajoutant de l'eau, il se produit un précipité blanc non encore étudié, et le liquide contient du chlore.

» Je me propose de continuer l'étude de ce bichlorure de benzène perchloré et d'obtenir d'autres dérivés d'addition chlorés et bromés du benzène [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie médicale, à la Faculté de Médecine de Lyon.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'aldéhyde de l'essence de lémon grass.* Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« F.-D. Dodge a extrait de l'essence de lémon grass (*American journ.*, t. XII, p. 553), une aldéhyde $C^{10}H^{16}O$ à laquelle il a donné le nom d'*aldéhyde citriodorique*. L'étude de ce composé a été reprise par MM. Tiemann et Semmler (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. IX, p. 983), qui l'ont appelé *citral* et lui ont attribué une constitution exprimée par la formule

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>CH-CH^2-CH=CH-\overset{\overset{\large CH^3}{|}}{C}=CH-CHO.$$

» Il est naturel d'admettre que la méthylhepténone naturelle décrite dans notre précédente Note (*Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 983), provienne de l'oxydation de l'aldéhyde citriodorique et que ces deux corps possèdent une constitution analogue. Or, celle que nous avons établie pour la méthylhepténone se trouve en contradiction avec celle qui a été admise par MM. Tiemann et Semmler. Cette contradiction nous a poussés à reprendre l'étude de l'aldéhyde citriodorique.

» Nous avons soumis cette aldéhyde à l'oxydation au moyen du bichromate de sodium et de l'acide sulfurique; pour une molécule d'aldéhyde, nous avons employé une quantité d'oxydant capable de dégager O^4. Nous avons fait tomber le liquide oxydant dans l'aldéhyde mélangée de glace. La réaction est très vive.

» Il se forme dans cette oxydation des acides volatils et des acides fixes; nous n'avons pu déceler dans les premiers que les acides acétique et formique. Les acides non volatils ont été enlevés à l'éther, qui les abandonne sous la forme d'une huile épaisse et brune. Cette dernière a été purifiée par des dissolutions dans le carbonate de sodium et des précipitations par les acides. On l'a finalement transformée en *sel de calcium*. Ce sel, très soluble dans l'eau, soumis à l'analyse, a fourni le résultat suivant :

		Calculé pour $(C^9H^{13}O^3)^2Ca$.
Ca (pour 100).............	10,99	10,58

» On voit que cet acide présente la composition d'un acide méthylhepténone carbonique $C^8H^{13}O.CO^2H$; ce qui nous porte à croire que telle est bien, en effet, sa constitution, c'est que ses solutions alcalines, traitées par l'iodure de potassium et l'hypobromite de sodium fournissent abondamment de l'iodoforme.

» Il nous semble fort probable que l'acide huileux, obtenu par MM. Tiemann et Semmler, donnant par distillation la méthylhepténone, acide dont ils ont fait un homologue de l'acide glycérique, n'est autre que l'acide méthylhepténone-carbonique que nous avons entre les mains.

» Nous avons également réalisé une oxydation plus profonde de l'aldéhyde citriodorique; nous avons fait tomber cette aldéhyde goutte à goutte dans une solution bouillante d'un mélange sulfochromique capable de fournir O^9 pour une molécule d'aldéhyde. La réduction est rapidement terminée; il ne reste, sur le liquide vert, qu'une très faible couche huileuse. Pendant toute la durée de l'oxydation, il se dégage de l'acide carbonique entraînant une quantité assez importante d'acétone ordinaire. Le tout est alors épuisé par l'éther à quatre reprises différentes afin d'enlever les corps neutres et les acides à poids moléculaire élevé qui ont pris naissance; on dissout en même temps une grande quantité d'acide acétique et très peu d'acide formique. L'éther est distillé à la colonne et le résidu, additionné de carbonate de sodium, est soumis à un entraînement par la vapeur d'eau; il passe quelques grammes d'une huile légère qui n'a pas été déterminée. La solution alcaline est ensuite acidifiée par l'acide sulfurique étendu puis distillée dans la vapeur d'eau pour enlever les acides volatils. Ces derniers, traités par le procédé décrit dans notre précédente Note, nous ont fourni l'acétate d'argent pur.

» Nous avons ensuite épuisé à l'éther la solution acide distillée dans la vapeur d'eau pour en extraire les acides fixes; la solution éthérée a abandonné un sirop acide, qui a laissé déposer des cristaux. Ces cristaux sont constitués par de l'*acide térébique* qui a été caractérisé par son point de fusion 174° et l'analyse du *diatérébate de baryum*.

		Théorie pour $C^7H^{10}O^5Ba$.
Ba pour 100	44,57	44,05

» Nous avons réalisé la transformation de l'aldéhyde citriodorique en cymène d'une manière très commode, en faisant bouillir l'aldéhyde pendant vingt-quatre heures avec trois fois son poids d'acide acétique cristallisable.

» La formule proposée par MM. Tiemann et Semmler pour l'aldéhyde citriodorique explique bien la formation du cymène; mais elle ne s'accorde avec aucun des résultats de nos expériences relatives à l'oxydation de l'aldéhyde. Si cette aldéhyde avait la constitution susdite, elle devrait fournir de l'acide valérianique, tandis qu'elle n'en donne pas; de plus, on ne peut s'expliquer avec cette constitution ni la production d'un acide méthylhepténone-carbonique, ni celle de l'acide térébique.

» Au contraire, toutes ces conditions sont satisfaites si l'on donne à l'aldéhyde citriodorique la constitution suivante :

```
      CH3                    CH3                   CH3
       |                      |                     |
       C                      CO                    CO
     /  \\                   /                     /
  CH2    CH2             CH2                    CH2
   |                      |                      |
  CH2    COH             CH2    CO2H            CH2
     \  /                   \  /                   \
      C                      C                      CH
      ||                     ||                     ||
      C                      C                      C
     / \                    / \                    / \
  CH3   CH3              CH3   CH3              CH3   CH3
```

Aldéhyde citriodorique. — Acide méthylhepténone carbonique. — Méthylhepténone.

» L'oxydation plus profonde de l'acide méthylhepténone-carbonique fournira :

```
  CO2H
   |
  CH2    CO2H
     \  /
      C
      ||
      C
     / \
  CH3   CH3
```

Acide téraconique.

» Or, on sait que l'acide sulfurique étendu transforme quantitativement l'acide téraconique en acide térébique; aussi est-ce lui que nous avons trouvé. Enfin, la transformation en cymène s'explique également, en admettant que l'acide acétique agit comme hydratant avant d'agir comme déshydratant; il se fait, sans doute, un produit transitoire, provenant de la fixation de 2 molécules d'eau, qui en perd ensuite 3 en donnant le cymène.

```
      CH3                         CH3                          CH3
       |                           |                            |
       C                         C(OH)                          C
     /  \\                      /     \                       //  \
  CH2    CH2                 CH2       CH3                 CH     CH
   |                          |                             |     ||
  CH2    CHO + 2H2O   =      CH2       COH    =  3H2O  +   CH     CH
     \  /                       \     /                       \\  /
      C                         C(OH)                           C
      ||                          |                             |
      C                          CH                            CH
     / \                        /  \                          /  \
  CH3   CH3                   CH    CH3                    CH3    CH3
```

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la fabrication industrielle de produits riches en nicotine*. Note de M. **Th. Schlœsing** fils, présentée par M. Duclaux.

« Les plantes ont souvent beaucoup à souffrir de divers insectes, contre lesquels certains produits provenant du tabac constituent un excellent remède. En grande culture, on ne peut guère songer à faire usage de ces produits; mais les horticulteurs, les maraîchers, les jardiniers, en tirent bon parti.

» Il est une autre application, plus importante, des extraits de tabac. On sait que les immenses troupeaux de la race ovine, qu'on élève en particulier dans l'Amérique du Sud, sont fréquemment décimés par la gale; il arrive, certaines années, que la maladie emporte 10, 20 pour 100 et davantage de l'effectif d'un troupeau, et quand celui-ci compte 50, 100 ou 200 000 animaux, on voit quelle perte il en résulte. Pour combattre ce fléau, le traitement de beaucoup le plus apprécié consiste encore dans l'emploi d'extraits de tabac. Aussi ces extraits sont-ils l'objet d'une industrie et d'un commerce assez considérables. La République Argentine en a importé plus de 3 000 000^{kgr} au cours d'une des dernières années.

» Pour les préparer, on a presque toujours marché dans une même voie, savoir la concentration des jus de tabac poussée jusqu'au point où ils acquièrent une certaine consistance, généralement pâteuse ou à peine fluide; la concentration a pour but d'assurer la conservation des extraits qui, étendus, sont extrêmement fermentescibles [1], et aussi de réduire le poids des matières en vue des transports. Dans cette voie, on a visé surtout à la plus grande densité possible des produits, sans prêter une attention suffisante à leur qualité principale, la teneur en nicotine; la nicotine est, en effet, le facteur essentiel de l'efficacité des extraits de tabac dans les différents usages qu'on en fait.

» Les procédés de préparation fondés sur la concentration des jus présentent un défaut fondamental : la richesse en alcaloïde des produits qu'ils fournissent se trouve limitée par le maximum de concentration qu'on peut atteindre, maximum correspondant à l'état pâteux ou solide des matières, et, de plus, les jus mis en œuvre offrant des teneurs extrêmement variables en nicotine suivant les tabacs dont ils proviennent, les produits de

---

Les extraits ne fermentent plus lorsqu'ils renferment de 4 à 5 pour 100 de nicotine.

la concentration ont eux-mêmes des titres en alcaloïde et, par suite, des valeurs réelles très variables, parfois tout à fait insuffisantes; ainsi j'ai trouvé, dans deux extraits, de même degré aréométrique (36° ou 38°B.), des taux de nicotine de 86^{gr} et de 9^{gr} par litre. Le procédé qui va être résumé est exempt de ces inconvénients.

» Il consiste essentiellement à extraire la nicotine des jus, préalablement additionnés d'une base fixe (sel de soude), au moyen d'un courant de vapeur, et ensuite à séparer la vapeur nicotineuse de la vapeur d'eau qu'elle accompagne. Tout le monde sait que l'on extrait de la nicotine en envoyant, dans un liquide qui en contient à l'état de liberté, un courant de vapeur d'eau. Il s'agissait de faire de ce principe une application industrielle, c'est-à-dire de l'appliquer de manière à obtenir un rendement satisfaisant en alcaloïde. On y arrive en ayant recours à un appareil distillatoire à compartiments, dans lequel les jus coulent de haut en bas, tandis que la vapeur circule en sens inverse. Ce n'est pas ici le lieu de décrire cet appareil; je dirai seulement qu'il permet de surmonter le principal obstacle que l'on rencontre dans la distillation des jus, je veux dire la formation d'une masse extrêmement abondante et persistante. Pour réaliser avec l'appareil employé une extraction convenable de la nicotine, il faut dépenser un poids de vapeur à peu près égal à celui du jus, et cela quelle que soit la richesse de ce dernier.

» Dans ces conditions, si l'on condensait toute la vapeur d'eau sortant du distillateur avec l'alcaloïde qu'elle emporte, on obtiendrait une liqueur sensiblement de même titre que le jus mis en œuvre. Cette liqueur présenterait seulement l'avantage, très appréciable pour certaines applications, d'être à peu près incolore, tandis que le jus possède un pouvoir colorant très marqué. Or on peut aller plus loin, et non seulement séparer la nicotine, mais en faire des solutions beaucoup plus riches que le jus primitif. Au sortir de la colonne à compartiments, on fait passer la vapeur d'eau, contenant en poids de 1 à 4 centièmes de nicotine, dans une tour verticale où elle est mise en contact intime avec de l'acide sulfurique coulant très lentement. Il arrive alors que la nicotine est intégralement fixée et que la vapeur passe outre; un contact d'environ une seconde suffit à cette absorption. Au bas de la tour, on recueille du sulfate de nicotine en dissolution dans une petite quantité d'eau, laquelle provient de condensations formées dans la tour. Par des dispositions convenables, on peut réduire beaucoup le volume de cette eau, et dès lors préparer des liqueurs riches.

» Mais, si l'on veut atteindre à des titres très élevés, 300^{gr}, 400^{gr} et

plus de nicotine par litre, on se heurte à une difficulté inattendue. Les jus de tabac renferment environ 1 pour 100 d'ammoniaque; cette base distille avec la nicotine et se fixe comme elle sur l'acide sulfurique. Le sulfate d'ammoniaque, n'étant pas très soluble et ne rencontrant que peu d'eau, cristallise au bas de la tour et en arrête le fonctionnement. On y remédie en éliminant des jus l'ammoniaque par une première distillation, qui, effectuée avec très peu de vapeur, n'entraîne pas de perte de nicotine. Je n'ai réalisé cette opération qu'à titre d'expérience. Dans la pratique on fabrique des liqueurs contenant tout au plus 200^{gr} de nicotine par litre, parce que de plus riches seraient trop toxiques; l'élimination préalable de l'ammoniaque est superflue et ne se fait pas; il en résulte que le produit réellement obtenu est une dissolution de sulfates de nicotine et d'ammoniaque.

» Cette dissolution doit être neutre ou peu alcaline pour les usages auxquels elle est destinée. Si, au sortir de la tour, elle est légèrement acide, on la neutralise en y ajoutant une petite quantité de carbonate de soude. On la prépare un peu plus riche qu'il n'est nécessaire et on l'amène, par une addition convenable d'eau et de jus, à un titre constant, par exemple à 100^{gr} de nicotine au litre; le jus sert à la colorer, de manière qu'elle ne puisse être confondue avec des liquides d'usage commun; étendue d'eau pour l'emploi, elle est à peine colorée.

» Le nouveau produit nicotineux, étendu de 80 volumes d'eau et appliqué à la main, suivant la mode argentine, tue l'acare de la gale; étendu de 50 volumes d'eau, il détruit l'œuf de cet insecte. Les solutions à $\frac{1}{1000}$ de nicotine conviennent bien pour les plantes.

» On a essayé avec succès, à l'étranger, l'emploi du jus de tabac dans le traitement de la gale de l'homme. La préparation industrielle de liquides nicotineux, qu'il est aisé d'obtenir incolores et de titre bien déterminé en alcaloïdes, peut faciliter l'application de cette intéressante méthode. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'oxydation des moûts de bière.* Note de M. P. Petit.

« Dans une récente Communication, M. Reinker a constaté que le moût de bière arrivant dans les cuves à fermentation contient une quantité sensiblement constante d'oxygène dissous, environ 4^{cc} par litre, et, en tenant compte des oxydations produites, il évalue à 800^{cc} d'oxygène au plus la quantité que 1 hectolitre de moût peut absorber.

» Pour connaître la dose d'oxygène utilisée par le moût et l'intensité de l'oxydation, j'ai extrait les gaz dissous dans le moût au moyen de la trompe à mercure, le moût n'étant chauffé qu'à 50°.

» Dans la chaudière, je n'ai naturellement trouvé aucun gaz dissous; les échantillons ont été pris ensuite à divers moments, et les volumes de gaz sont mesurés à 12° et sous 742^{mm} :

	Volumes par litre.	CO^2 pour 100.	Oxygène pour 100.	Azote pour 100.
Sur le bac après 15^m	8,7^{cc}	17,8	15	67,2
Sortie du bac	18	33	12,8	54,2
Après le réfrigérant	25,4	42,1	14,9	43

» On voit que le moût ayant passé sur le réfrigérant contient de grandes quantités d'acide carbonique, équivalent à 1077^{cc} d'oxygène, consommé par hectolitre; en y joignant les 400^{cc} d'oxygène qui restent dissous, cela représente 1470^{cc} de ce gaz nécessaire en pratique.

» Les proportions d'oxygène et d'azote dans le mélange, en faisant abstraction de l'acide carbonique, se rapprochent de celles qui correspondent à la dissolution de l'air dans l'eau : 33 pour 100 oxygène et 67 pour 100 azote :

	Oxygène pour 100.	Azote pour 100.
Bac après 15^m	18,2	81,8
Sortie du bac	19,1	80,9
Après réfrigérant	28,5	71,5

» La vraie dissolution ne se fait donc que sur le réfrigérant.

» Ces proportions, 28,5 pour 100 d'oxygène et 71,5 pour 100 d'azote, sont constantes et correspondent aux solubilités des deux gaz dans le moût; en effet, après avoir déterminé le gaz dans le moût, j'ai conservé une partie du même échantillon pendant une semaine dans un ballon stérilisé et fermé par un tampon de coton. Le moût était fortement salicylaté pour éviter toute altération. Il a donné :

Gaz	30,5^{cc}
CO^2	11,8
Oxygène	4,05
Azote	14,65

Soit 28,5 pour 100 d'oxygène et 71,5 pour 100 d'azote, comme au début de l'expérience. Mais la quantité de CO^2 a fortement augmenté, par

suite l'oxydation a continué même à froid. On peut montrer que l'oxydation du moût sortant du réfrigérant n'a pas atteint son maximum d'une autre manière. Le moût analysé a été porté à l'ébullition pendant une heure et demie : il ne renfermait plus de gaz ; on l'a laissé refroidir, l'air ne rentrant que par une très petite ouverture.

» Au bout de cinq jours, on a fait l'extraction et l'on a obtenu $13^{cc},3$ de gaz dont $5^{cc},7$ de CO^2 ; soit 42,8 pour 100, et les proportions d'oxygène et d'azote étaient encore 28,3 et 71,7 pour 100.

» Le moût a donc consommé encore 570^{cc} d'oxygène par hectolitre pour des actions chimiques.

» Il en résulte que, dans l'emploi des appareils à injection d'air, il faut régler le débit de façon à ne pas enlever au moût toute espèce de parfum, et cette surveillance est indispensable, puisque le moût peut presque indéfiniment s'oxyder en présence de l'air et même à froid (1). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur les transformations chimiques de la substance fondamentale du cartilage pendant l'ossification normale.* Note de M. C. **Chabrié** (2), présentée par M. Friedel.

« Plusieurs auteurs (Müller, Baur, Meissner, etc.) ont prétendu que l'osséine ne se forme pas aux dépens de la matière chondrogène, mais qu'elle s'y substitue toute formée.

» La chose me paraît, au point de vue chimique, assez indifférente, parce que la disparition du tissu cartilagineux peut dépendre des réactions qui le transforment en un composé nouveau, l'osséine.

» On va voir en effet qu'on peut, en partant de la matière constitutive du cartilage, concevoir sa transformation en osséine par des réactions chimiques connues, et que ces conceptions sont vérifiables par des expériences. Si, en effet, l'on considère non plus la cartilagéine et l'osséine, mais les substances plus pures qui en dérivent et dont la composition centésimale en diffère peu, la chondrine et la gélatine, on est frappé de la richesse plus grande de la seconde en azote par rapport à la première.

» On donne en effet à la chondrine la composition

$$C = 49,30, \quad H = 6,6, \quad Az = 14,4, \quad S = 0,40, \quad O = 29,30.$$

(1) Laboratoire de Brasserie de la Faculté des Sciences de Nancy.

(2) Travail du laboratoire de Chimie de M. le professeur Guyon, à l'hôpital Necker.

et à la gélatine

$$C = 50{,}1,\quad H = 6{,}6,\quad Az = 18{,}30,\quad S = 0{,}14,\quad O = 24{,}86.$$

Les analyses que j'ai faites s'accordent d'ailleurs assez bien avec ces résultats. J'ai pourtant analysé une chondrine ne contenant que 13,64 pour 100 d'azote; c'est celle-là qui m'a servi dans mes expériences.

» D'après ces nombres, on peut concevoir l'ensemble des réactions qui président à la transformation de la chondrine comme consistant en :

» 1° Une substitution de AzH^2 à OH;

» 2° Une disparition d'un composé sulfuré, ou une substitution de AzH^2 à SO^2OH;

» 3° Une oxydation, car en substituant AzH^2 à OH on ajoute H^2 et l'on n'enlève que H. Il faut donc, puisque la proportion d'hydrogène reste la même, que cet élément soit soustrait à la molécule, vraisemblablement à l'état d'eau, par oxydation;

» 4° Enfin, peut-être une condensation. Remarquons qu'elle n'est pas nécessaire, car, dans la substiution de $AzH^{2(16)}$ à $OH^{(17)}$ et enlèvement consécutif de H, on diminue le poids de la molécule sans toucher au carbone dont la proportion centésimale se trouve, par suite, augmentée.

» L'ensemble des réactions qui forment le lieu de passage de deux substances qui, dans l'évolution des tissus, se substituent l'une à l'autre forme ce que j'appelle l'*expression de transformation*. C'est elle qui pourra permettre d'aborder l'étude chimique des métamorphoses de la matière dans l'état de santé comme dans les altérations morbides.

» Brame, se fondant sur ce fait, que la gelée obtenue par l'action de l'eau bouillante sur les cartilages longtemps exposés à l'air contient un produit ne donnant plus les réactions de précipitation de la chondrine avec les acides minéraux et avec l'acide tartrique, pensa que cette substance se transforme par oxydation, à l'air, en gélatine. Il voulut le vérifier en traitant des cartilages frais par l'oxyde de plomb (PbO^2) et crut y avoir réussi, toujours en se fondant sur les mêmes réactions regardées d'ailleurs comme caractéristiques de la chondrine par Mulder et Vogel.

» J'ai chauffé de la chondrine pure avec son poids d'oxyde de plomb et avec de l'eau pendant plusieurs heures, et j'ai observé que la solution précipitait moins abondamment par les acides chlorhydrique et sulfurique qu'avant l'opération; mais la matière albuminoïde ayant été précipitée par l'alcool, purifiée et analysée, j'ai obtenu pour l'azote, le nombre 13,45 pour 100, ce qui montre que la chondrine n'a pas été transformée en un produit aussi azoté que la gélatine. Cela n'était pas inadmissible puisque Brame prétendait qu'il y avait eu formation d'un composé organique non azoté, l'acide acétique. La proportion de cet acide m'a paru insignifiante. J'ai repris le produit de la réaction précédente et je l'ai chauffé en tube scellé à 130° pendant deux heures, avec

de l'ammoniaque. J'ai obtenu un composé organique soluble dans l'eau, donnant un louche avec l'alcool, possédant un aspect gélatineux un peu visqueux et contenant 17,40 pour 100 d'azote.

» Dans ce cas, il y avait bien eu substitution de AzH^2 à OH, car je me suis assuré que la chondrine ne fixait pas les éléments de l'ammoniaque lorsqu'on la faisait bouillir quelques minutes avec cet alcali, en dosant l'azote avant et après cette dernière manipulation. J'ai trouvé, en effet, 13,65 avant et 12,69 après.

» Plus haut, on a vu que le départ d'une certaine quantité d'atomes d'hydrogène était nécessaire dans la gélatinisation. Comme ce départ peut se faire par des déshydratations et que celles-ci sont souvent rendues plus faciles par la présence des sels, on est conduit à penser qu'une mauvaise calcification du cartilage prépare une gélatinisation défectueuse. Or, on sait que, dans certaines maladies dues à un ralentissement de la nutrition, l'acide lactique s'accumule dans l'organisme [1]. Dans le rachitisme et l'ostéomalacie la partie minérale de l'os est vraisemblablement dissoute par cet acide et l'on sait que la gélatine peut y faire défaut [2]. J'ai moi-même constaté la faible teneur en gélatine du fémur d'un enfant rachitique mort à cinq mois. Mais j'ai observé de plus que la chondrine y manquait presque totalement, ce qui porterait à croire que le tissu cartilagineux ne prend pas toujours dans le rachitisme le développement que l'on croit.

» Étant donnés ces faits, j'ai pensé que la substitution de AzH^2 à OH se ferait dans la chondrine plus facilement en milieu alcalin qu'en milieu acide.

» J'ai déjà montré que l'ammoniaque en tube scellé a fourni un corps contenant 17,4 pour 100 d'azote.

» En chauffant de la chondrine, du carbamate d'ammoniaque et de la soude en tube scellé, j'ai obtenu des corps possédant jusqu'à 22,80 pour 100 d'azote, tandis qu'en chauffant dans des conditions analogues de la chondrine avec de l'ammoniaque et une quantité d'acide lactique suffisante pour donner une réaction acide, j'ai trouvé $Az = 12,67$ pour 100.

» Remarquons d'ailleurs que l'acide lactique précipite la chondrine de ses solutions à froid et à chaud, au moins en partie.

» Si l'on considère, avec Mörner, le cartilage comme n'étant pas caractérisé par la chondrine, mais surtout par le chondromucoïde, les conclu-

---

(1) Ch. Bouchard, *Leçons sur les maladies par ralentissement de la nutrition*, 2e édition, p. 54.

(2) Marchand et Lehmann, *Traité de Ch. phys. de Gorup-Besanez*, t. II, p. 113, 1880, et A. Gautier, *Cours de Chimie*, t. III, p. 333, 1892.

sions restent les mêmes, car ce composé contient encore moins de carbone, de soufre et surtout d'azote que la chondrine.

» Si l'on suppose que la chondrine est un mélange de mucine et de gélatine (Morochowetz), l'expression de *transformation* sera formée des mêmes termes à l'exception du second, parce que la mucine ne contient pas de soufre et que la gélatine en renferme, quoique moins que la chondrine ordinaire des anciens auteurs. Cela s'explique, puisque Bodeker a découvert, dans le cartilage, l'acide chondroïtique qui, d'après Krukenberg, jouerait un rôle important pendant la calcification à cause de sa propriété de former des sels de chaux solubles. Ce serait la résorption de cet acide qui expliquerait pourquoi l'os contient moins de soufre que le tissu cartilagineux et plus que le tissu muqueux, premier squelette de l'embryon.

» Enfin, j'ai pu constater par des expériences faites d'une manière comparative sur de jeunes chiens, de la même portée, nourris de viande, dont la réaction est acide, l'accroissement considérable des os longs chez ceux qui absorbaient une solution de chlorhydrate d'ammoniaque additionné de bicarbonate de soude; la patte de l'un d'eux pouvant augmenter de 1^{cm} et à quatre reprises de sept jours chacune, temps pendant lequel la patte de son frère n'avait gagné que 2^{mm} à 3^{mm} au plus.

» L'expression de *transformation* choisie paraît donc bien justifiée par l'expérimentation. »

ANATOMIE. — *Sur quelques points de l'Anatomie du Cryptoprocte de Madagascar*. Note de M. **H. Filhol**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Le *Cryptoprocta ferox*, qui vit à Madagascar, est un carnassier dont les affinités avec les animaux du même ordre ont paru jusqu'ici des plus délicates à établir. Décrit par Bennett en 1835 ([1]), il fut considéré par ce zoologiste, surtout à raison des particularités de son système dentaire, comme appartenant à la famille des *Viverridæ*. De Blainville ([2]) le plaçait à la suite des *Viverra* comme faisant le passage avec les *Felis*. Cette opinion fut partagée par Gervais ([3]). En 1867, MM. A. Milne-Edwards et A. Grandidier

([1]) Bennett, *Trans. Zool. Soc.*, t. I, p. 137; 1835.
([2]) H.-M. Ducrotay de Blainville, *Ostéographie des Mammifères*.
([3]) P. Gervais, *Dictionnaire universel d'Histoire naturelle*, 2e édition, t. IV; 1867.

étudièrent deux *Cryptoprocta*, que le dernier de ces savants venait de rapporter de Madagascar, et leurs observations, dirigées plus particulièrement sur le squelette et le mode de constitution des organes génitaux mâles, montrèrent nettement que la position zoologique attribuée à ce carnassier n'était pas la vraie. « Il nous semble, dirent-ils, que, pour présenter d'une » manière exacte les rapports zoologiques qu'il possède avec les *Felis*, il » serait nécessaire de le réunir à ces animaux dans une même tribu, qui » serait divisée ensuite en deux familles : l'une comprenant les Félins digi» tigrades, la seconde composée des Félins plantigrades, et ne renfermant » jusqu'à présent que le seul genre *Cryptoprocta* (¹) ».

» Comme nous venons de le rappeler, les observations concernant le Cryptoprocte ont surtout porté sur la dentition et le squelette. Ce n'est qu'incidemment que Bennett a parlé du tube digestif.

» Ayant eu l'occasion d'étudier un Cryptoprocte mort à la ménagerie du Muséum, j'en ai fait une dissection approfondie et j'ai pu préciser plus qu'on ne l'avait fait jusqu'à présent, grâce à l'observation des organes internes, les rapports qu'il pouvait avoir d'une part avec les chats, de l'autre avec les Viverrides.

» Si l'on considère les organes digestifs, on voit tout d'abord que la langue est disposée comme chez les Félins et que la muqueuse tapissant la voûte palatine présente le même nombre de plis que chez le Chat. Ils sont seulement plus atténués, sur la ligne médiane, chez l'animal de Madagascar. L'estomac, par sa forme, ses rapports, est identique à celui des *Felis*. L'origine de l'intestin s'effectue d'une manière semblable, et le cæcum, comme l'avait noté Bennett, possède une forme et un développement pareils. Sur notre Cryptoprocte, le rapport existant entre la longueur de l'intestin grêle et celle du gros intestin est de 7 à 1. Il est de 6 à 1 sur le Chat domestique, de 8 à 1 sur la Genette, de 10 à 1 sur la Civette. Par conséquent, ainsi qu'on pouvait le prévoir par la forme des divers éléments du système dentaire, le tube digestif du Cryptoprocte est construit, à peu de chose près, comme l'est celui des Chats. L'examen des glandes annexes de cet appareil vient confirmer ces premières observations. La parotide, la sous-maxillaire et ses glandes annexes, les glandes buccales avoisinant la commissure de la bouche sont construites et disposées comme sur les *Felis*. La seule différence que j'aie pu constater porte

---

(¹) A. Milne-Edwards et Grandidier, *Observations anatomiques sur quelques Mammifères de Madagascar* (*Ann. Sc. nat.*, t. VII, 5e série; 1867.

sur l'absence, chez le Cryptoprocte, de la petite glande faciale située, chez les Chats, au-dessous du canal de Stenon. Le foie rappelle celui de la Genette par l'absence de division de son lobe gauche, scissuré sur les Chats, mais l'appareil biliaire est construit comme celui de ces derniers animaux. Le canal cholédoque s'ouvre dans la première portion de l'intestin grêle, après s'être réuni à un canal pancréatique. Un second canal provenant du pancréas débouche un peu plus loin dans l'intestin, disposition qu'on retrouve chez les *Felis*.

» L'origine et la division des troncs artériels et veineux, arrivant ou partant du cœur, se font comme sur les Chats. Nous ferons seulement remarquer que les troncs brachiocéphaliques sont plus rapprochés à leur origine que sur ces carnassiers.

» Les organes génitaux mâles décrits par MM. Milne-Edwards et Grandidier rappellent ceux des Chats par la forme du pénis ainsi que par les nombreuses épines acérées qui le revêtent. J'ai constaté que la prostate et les diverses glandes annexes étaient semblables à celles de ces animaux. Les organes génitaux de la femelle, que j'ai pu examiner pour la première fois, possèdent une structure très particulière. L'orifice vaginal, tourné en avant, est absolument circulaire, représentant de la manière la plus parfaite la section verticale d'un tube de verre. Il est situé à une grande distance de l'anus ($0^m,044$), ce qui n'a lieu, ni sur les *Felidæ*, ni sur les *Viverridæ*. Il est surmonté par un énorme clitoris, renfermé dans une véritable poche prépuciale. Cet organe est revêtu dans ses deux tiers inférieurs de nombreuses papilles acuminées et il est rattaché par sa face dorsale au fond de la poche prépuciale, à parois très ridées, par un frein. Le canal vaginal se porte en arrière, et ce n'est qu'après un trajet de $0^m,044$, sur notre jeune sujet, que vient se faire, dans son intérieur, l'abouchement du canal de l'urèthre. Par conséquent, toute la partie antérieure des organes génitaux de la femelle du Cryptoprocte constitue un canal uro-génital, rappelant celui qu'on observe sur l'*Hyœna crocuta;* seulement, sur cette dernière, le canal traverse le clitoris.

» Le cerveau possède la structure de celui des *Felis* et il présente, très accusé, le sillon crucial caractéristique de ces animaux.

» Il résulte de ces observations que, par l'ensemble de sa structure anatomique, le Cryptoprocte doit être placé parmi les Félins. Il se rattache probablement à un groupe de Chats très ancien, comprenant les *Pseudelurus* et les *Prailurus*, qui ont vécu en Europe durant l'oligocène. »

ZOOLOGIE. — *Les glandes à parfum des Viverridés.* Note de M. H. **Beauregard**, présentée par M. A. Chauveau.

« Les espèces de la tribu des Viverridés (Civette, Genette, etc.) se distinguent des autres carnassiers par une particularité anatomique bien connue. Ces animaux sont pourvus de glandes périnéales (groupe de glandes sébacées) qui sécrètent une substance très aromatique, à odeur de musc, désignée sous le nom de *Viverreum*.

» Cuvier, le premier, observa que les glandes à parfum ont une structure toute différente chez les Civettes et chez les Genettes. Chez les Civettes, en effet, un vaste réservoir commun, médian (*vas zibethi* des anciens) qui s'ouvre au dehors par une fente longitudinale, recueille le viverreum contenu dans deux poches latérales creusées au milieu du tissu glandulaire. Chez les Genettes, ces poches latérales n'existent pas, il n'y a qu'un réservoir médian enveloppé par le tissu glandulaire et ce réservoir est relativement peu profond. Cuvier se fonda sur ces différences de structure des glandes à parfum, pour distinguer les deux genres *Viverra* et *Genetta*, le premier comprenant la Civette et le Zibeth, le second, les diverses espèces de Genettes.

» Un examen plus détaillé, portant sur une section de la glande entière perpendiculairement au grand axe de son orifice extérieur, permet de reconnaître une autre différence de structure qui n'est pas moins importante.

» Chez la Civette, chacun des sacs latéraux est recouvert extérieurement d'une assise de vésicules piriformes ayant la grosseur et à peu près la forme d'un pépin de poire. Chacune de ces vésicules est le réservoir propre d'une certaine quantité de glandes sébacées et s'ouvre dans le sac latéral par un pore à peine visible à l'œil nu.

» Chez la Genette, ces vésicules n'existent pas; la masse glandulaire, très riche en tissu conjonctif, est compacte, et les glandes sébacées débouchent directement dans le réservoir commun unique ou dans des vides trabéculaires irrégulièrement répartis dans la masse. Ceci posé, j'arrive à une espèce de la tribu des Viverridés qui est connue sous le nom de *Genette de l'Inde*, mais classée dans les ouvrages les plus récents de Zoologie médicale, comme dans les derniers Mémoires sur les glandes à

parfum, avec la Civette et le Zibeth, dans le genre Viverra, sous le nom de *Viverra indica* (V. rasse).

» S'agit-il en réalité d'une Civette ou d'une Genette? Hogdson (1841) en a fait un genre spécial, sous le nom de *Viverricula* (*Viverricula malaccencis*) et ce genre a été adopté par Gray dans son catalogue de 1869. Doit-on admettre ce genre?

» Les caractères extérieurs de cette espèce douteuse sont peu accentués et, d'après les auteurs, rappellent assez ceux de la Genette. Il en est de même de la forme du crâne, comme j'ai pu m'en assurer sur des spécimens de la collection d'Anatomie comparée du Muséum.

» Par contre, l'étude des dents rapproche la Genette de l'Inde plutôt des Civettes que des Genettes; les molaires, en particulier, ont leurs tubercules moins tranchants que chez ces dernières.

» En présence de ces caractères contradictoires, j'ai voulu voir ce que pourrait enseigner l'examen des glandes à parfum, dont la collection d'Anatomie comparée possède un bel exemplaire.

» Ces glandes n'ont jamais été étudiées que sommairement et on les décrit comme ressemblant aux glandes des Civettes (Hogdson, J. Chatin). Il n'en est rien cependant, comme on peut s'en convaincre par l'examen d'une section pratiquée comme nous l'avons dit plus haut.

» Sur une section ainsi faite, la glande à parfum de la Genette de l'Inde se montre comme une forme intermédiaire venant se placer entre celle de la Civette et celle de la Genette. Comme chez la Civette, en effet, le tissu glandulaire est formé de glandules sébacés qui déversent leur produit dans des vésicules ou réservoirs propres de la grosseur et de la forme d'un pépin de poire. Mais, de même que chez la Genette, il n'y a pas de réservoirs latéraux, et c'est dans un réservoir commun unique que ces vésicules déversent leur produit par autant de petits pores.

» La Genette de l'Inde n'est donc ni une Civette, ni une Genette, et elle mérite parfaitement de former un genre à part sous le nom de *Viverricula*.

» On devra donc dorénavant décrire trois types de glandes à parfum chez les Viverridés : le type le plus simple appartenant aux Genettes, le plus composé aux Civettes, et l'intermédiaire aux *Viverricula*. »

BOTANIQUE. — *La reproduction sexuelle chez les Ascomycètes.* Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. Duchartre.

« En indiquant récemment l'existence d'une reproduction sexuelle chez les Ustilaginées, nous faisions prévoir qu'elle existait également chez les Champignons supérieurs, les Ascomycètes ([1]); nous pouvions même indiquer à quel endroit du développement on avait chance de la découvrir ([2]).

» Déjà, en effet, chez diverses petites espèces d'Ascomycètes, nous avions entrevu la fécondation; mais ce n'était ni assez général, ni assez précis pour autoriser l'affirmation d'un fait de cette importance : aujourd'hui nos observations, effectuées sur une grande espèce, *Peziza vesiculosa* Bull., sont concluantes ; la reproduction sexuelle s'y produit avec des caractères tels, qu'on peut affirmer sans crainte qu'elle a lieu de la même façon dans le groupe tout entier.

» Dans le périthèce, le stroma, qui en occupe le fond, donne naissance à des asques et à des paraphyses. Ces dernières sont de simples filaments mycéliens dont nous ne nous occuperons pas davantage; quant aux asques, nous allons voir qu'ils doivent leur existence à un nombre égal d'œufs ou oospores formées dans le stroma à diverses profondeurs.

» Pour produire un œuf, deux filaments assez gros s'approchent au contact; une cloison délimite dans chacun d'eux une cellule terminale à un seul noyau : ce sont les deux cellules copulatrices. Ces deux gamètes se réunissent par une anastomose; les protoplasmas se mélangent; les deux gros noyaux nucléolés se fusionnent presque immédiatement. D'après ce qui précède, on voit que, dans le stroma, l'œuf occupe l'extrémité de deux filaments copulateurs.

» La fécondation opérée, l'œuf se prolonge à son sommet en un tube, qui, beaucoup plus loin, se renfle en forme d'asque; le noyau sexuel unique y pénètre et se rend à l'extrémité supérieure. C'est là qu'il subit

---

([1]) P.-A. Dangeard, *La reproduction sexuelle des Ustilaginées* (*Comptes rendus*, n° 15; 9 octobre 1893).

([2]) P.-A. Dangeard, *La reproduction sexuelle des Champignons* (*Le Botaniste*, 3e série, 6e fascicule, p. 239; 15 janvier 1894).

un nombre déterminé de bipartitions, de façon à fournir un noyau à chaque embryon, à chaque spore.

» En résumé, les asques proviennent d'oospores qui résultent de l'anastomose de deux filaments copulateurs distincts ou gamètes; chaque gamète possède un seul noyau. Les oospores, dans lesquelles la fécondation s'est opérée, se prolongent en un sac allongé qui est l'asque; le noyau sexuel s'y divise pour donner les huit noyaux des spores.

» La reproduction sexuelle est donc nettement caractérisée : 1° par l'existence de gamètes distincts; 2° par la fusion des noyaux; 3° par le nombre déterminé des bipartitions du noyau sexuel.

» Les asques ayant exactement les mêmes caractères dans tout le groupe, il n'est pas téméraire d'affirmer qu'ils doivent partout leur naissance à des phénomènes identiques.

» Nous n'avons pas à insister sur les modifications profondes que devront subir les idées classiques; nous préférons constater que, seuls, les exemples tirés de l'*Eremascus albus* (¹) et du *Dipodascus albidus* Lagerheim (²) se trouvent avoir leur signification consacrée par notre découverte. »

GÉOLOGIE. — *Le bassin lacustre de Constantine et les formations oligocènes en Algérie.* Note de M. E. FICHEUR, présentée par M. F. Fouqué.

« La dépression qui s'étend au nord et à l'ouest de Constantine, au pied de la Chaîne Numidienne, est occupée par une série de dépôts d'origine lacustre et alluvionnaire, dont l'ordre de succession et la situation stratigraphique ont donné lieu jusqu'ici à des interprétations très différentes (³). La solution de cette question controversée restait à chercher au voisinage de Mila, où l'helvétien était depuis longtemps indiqué par *Fournel* (1847). Ce sont ces relations, établies par nous en avril 1891, qui

(¹) A. DE BARY, *Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze*, p. 213. Leipzig, 1884.

(²) LAGERHEIM, *Le* Dipodascus albidus, *nouvel* Hemiascus *à reproduction sexuelle* (*Pringsheim, Jahrbücher f. w. Botanik,* Bd. XXIV, Heft 4).

(³) COQUAND (1862) place ces terrains dans le pliocène; M. PH. THOMAS (1885) en fait un étage mio-pliocène; M. POMEL (1889) les classe en partie dans l'helvétien.

nous permettent de préciser l'âge de ces dépôts, à la suite d'observations récentes sur d'autres points de l'Algérie [1].

» La coupe transversale, au nord de Constantine, présente la succession suivante, indépendamment des ondulations secondaires, à partir du crétacé :

» A. Argiles gypseuses du Hamma et du Bizot, admettant quelques intercalations lenticulaires de calcaires travertineux, notamment au pied des escarpements de Sidi-M'cid. Ces argiles se relient à celles du polygone de Constantine, renfermant la faune bien connue des hélices dentées : *Helix semperiana, Helix subsenilis, Bulimus Jobæ*, etc.

» B. Conglomérats rougeâtres, incohérents, parfois fortement colorés, passant à des grès friables et des sables argileux : collines du nord de Bizot, poudingues et grès du Smendou ; les conglomérats rouges du flanc du Chettaba et du Coudiat-Aty (indépendamment du revêtement alluvionnaire plus récent qui s'étend sous Bellevue) appartiennent à cette assise.

» C. Argiles et grès en plaquettes renfermant les couches de lignite du Smendou, avec les fossiles lacustres signalés : *Unio Dubocquii, Anodonta Smendovensis, Melanopsis Thomasi*, etc. Ces argiles s'intercalent de calcaires travertineux à l'ouest du bassin (Sidi-Mérouan).

» Chacune de ces assises constitue une formation distincte, séparée de la suivante par des actions de ravinement, et même par des discordances remarquables. Elles s'étendent de l'est à l'ouest suivant des zones sensiblement parallèles, en sorte que la même succession s'observe, dans les conditions les plus favorables, en suivant la route de Mila à Sidi-Mérouan.

» Or, à 2^{km} à l'ouest de Mila, les argiles helvétiennes à *Ostrea crassissima* reposent en discordance bien nette sur les couches arasées de chacune des formations précédentes, dont l'antériorité à ces dépôts marins est ainsi démontrée de la manière la plus évidente. La transgression marine helvétienne s'est produite après de puissants phénomènes d'érosion des dépôts lacustres.

» Le bassin lacustre se prolonge à l'ouest, dans le pays des Ouled-Kebbeb, où les gîtes de sel gemme appartiennent à l'assise argilo-gypseuse inférieure, ainsi que les lits de combustible, avec végétaux, Potamides et Nérétines, qui ont été reconnus dans ces derniers temps au voisinage de Rouached.

» J'ai pu récemment terminer l'étude d'une série analogue, à 400^{km} dans l'ouest, dans la région de Berrouaghia, où des dépôts de facies iden-

(1) Ces études ont été faites pour le service de la Carte géologique de l'Algérie.

tique présentent des relations statigraphiques permettant d'apporter un plus haut degré de précision à la classification de ces terrains lacustres.

» *a*. Les argiles gypseuses du vallon de l'Oued-Zid, dans lesquelles M. Pierredon a recueilli, en 1887, les hélices dentées et bulimes d'espèces identiques à celles du polygone de Constantine, sont surmontées par :

» *b*. Atterrissements caillouteux rouges du pays des Beni-Sliman, prolongement direct de ceux du Djurjura (¹), qui se relient, par la vallée de l'Oued-Malah, aux conglomérats du Djebel-Rethal, recouverts en discordance manifeste, sur toute leur bordure, par :

» *c*. Grès et marnes de l'étage *Cartennien* marin, très fossilifères dans la région des Ouled-Déid (Ben-Mahis).

» Cette succession, rapprochée de la série des assises de Constantine, nous permet de déduire les conclusions suivantes :

» 1° Les argiles à lignites du Smendou (étage C), dont l'épaisseur peut atteindre 100ᵐ, sont l'équivalent lacustre du Cartennien (*Miocène inférieur*).

» Les deux étages B et A appartiennent à la série oligocène, qui se trouve ainsi constituée :

» 2° *Étage supérieur*. — Formation continentale alluvionnaire. Conglomérats rouges de Mila, d'Aïn-Kerma, grès et sables de Bizot, poudingues du Smendou, poudingues du Coudiat-Aty. — Atterrissements rouges du Djebel Rethal, des Hassen-ben-Ali, de Bouïra, etc.

» 3° *Étage inférieur*. — Formation lacustre et saumâtre : Argiles gypseuses et travertins de Mila, argiles à lignites de Rouached, argiles à hélices dentées de Constantine. Argiles à hélices de l'Oued Zid (Berrouaghia).

» L'étage supérieur correspond à l'*Aquitanien*, l'étage inférieur, peut-être au *Tongrien* supérieur?

» Ces dépôts oligocènes paraissent occuper de vastes surfaces dans la région de Guelma, et à la bordure des plateaux numidiens.

» 4° Ces formations continentales, auxquelles devront se rattacher probablement les conglomérats des grandes vallées de l'Aurès (poudingues d'El-Kantara), sont l'équivalent de la formation marine que j'ai désignée sous le nom de *Grès de Dellys*, et qui se trouve cantonnée dans la zone littorale en Kabylie.

» Il résulte de là que la période oligocène en Algérie est représentée

---

(¹) Ficheur, *Les atterrissements miocènes de Bordj-Bouïra* (*B. S. G. de Fr.*, 1890).

par des dépôts lacustres et continentaux consécutifs à l'émersion du Nord de l'Afrique à la période éocène, et précédant l'envahissement marin du début du Miocène. Ces résultats concordent avec les conditions qui caractérisent cette période dans la majeure partie du bassin méditerranéen. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Essai des laits par la présure*. Note de MM. **R. Lezé** et **E. Hilsont**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Dans l'exploitation industrielle des produits du lait, on a remarqué souvent que la coagulation du lait par la présure se produisait en des temps variables suivant les circonstances, et que les propriétés du caillé formé pouvaient être aussi très différentes.

» Nous avons étudié les conditions de cette coagulation et déduit de nos recherches un procédé pratique d'appréciation de la qualité des laits.

» Notre méthode consiste simplement à ajouter à 100^{cc} de lait, porté et maintenu à la température de 35°, une quantité déterminée de présure titrée, et à noter le temps nécessaire à la prise en masse du liquide.

» La présure du commerce est ordinairement titrée à la force de 1 sur 10 000; on entend dire par là que 1^{lit} de cette présure pourrait coaguler $10\,000^{lit}$ de lait frais et pur, portés à 35°, en quarante minutes.

» Nous prenons une quantité de présure dix fois plus grande pour déterminer la coagulation en quatre minutes. A cet effet, nous commençons par préparer une dissolution décime d'une bonne présure du commerce dans l'eau distillée, et aux 100^{cc} de lait nous ajoutons 1^{cc} de notre solution au dixième.

» Le temps est noté au moyen d'un compteur à secondes. Ce temps de prise est variable et nous avons étudié les causes agissantes susceptibles de hâter la coagulation ou de la retarder.

» *Influence de la température*. — Vingt-trois essais effectués à des températures variables sur différents laits nous ont démontré que le maximum d'action de la diastase devait être dans les environs de 38°; il eût été préférable d'adopter cette température pour les épreuves. Nous avons conservé la température de 35° parce qu'elle est ordinairement choisie pour les titrages commerciaux.

» *Influence de l'acide carbonique*. — Un lait examiné aussitôt après la traite se coagule plus vite que s'il est essayé seulement deux ou trois heures après. Il est vraisemblable d'admettre que cette accélération est due à la présence de l'acide carbonique, car nous avons trouvé pour :

» 1° Du lait très frais venant de la traite, un temps de prise égal à $3^m 43^s$;

» 2° Ce même lait, dont on avait extrait les gaz par la machine pneumatique, 4m35s;
» 3° Le même lait que le numéro 1, une heure et demie après la traite, 3m56s.
» Une vérification directe prouve que l'acide carbonique accélère la coagulation.

		m s
Lait frais avec	6cc d'eau distillée..........	3.38
Le même lait avec	6 d'eau de Seltz..........	2.24
Lait bouilli avec	6 d'eau distillée..........	14.20
Le même avec	6 d'eau de Seltz..........	5.5

» *Influence des matières solides inertes.* — Les matières solides inertes, et en particulier les matières grasses ajoutées ou se trouvant dans le lait abrègent le temps de la coagulation.

		m s
Matières grasses.	Lait écrémé..........................	6.14
	Le même avec 20 pour 100 de crème....	4.20
	» 30 pour 100 »	3.24
	» 50 pour 100 »	2.48
Sciure de bois lavée	Lait naturel, 100cc....................	3.15
	» avec 2gr de sciure de bois..........	2.56
	» avec 5gr »	2.22

» L'amidon nous a donné des résultats analogues.

Influence de l'eau. — L'eau ajoutée au lait retarde la coagulation.

			m s
Lait type..			3.11
Le même avec	5 pour 100 d'eau	....	3.14
»	10	»	3.20
»	20	»	3.41
»	30	»	4. 8
»	50	»	5.49

» *Influence d'un chauffage préalable du lait.* — Le chauffage préalable retarde la coagulation : si le lait n'a été chauffé auparavant que jusqu'à 60° ou même 70°, l'action retardatrice n'est pas très sensible; mais, à des températures plus hautes, l'augmentation du temps de prise devient de plus en plus grande; du lait qui a été porté à l'ébullition ne se coagule plus ensuite que mal et très lentement.

» *Influence de l'état d'altération du lait.* — Nous avons étudié parallèlement la marche de l'acidification dans un lait en voie de désorganisation et la durée des temps de prise. Les temps de coagulation restent à peu près constants tant que le lait est sain; ils diminuent rapidement quand le lait commence à être atteint et sont d'autant plus courts que le lait devient plus acide.

» *Conclusions.* — En résumé, après plusieurs centaines d'essais effectués depuis quatre mois environ, nous sommes arrivés à cette conclusion que l'épreuve à la présure peut donner dans la pratique d'utiles renseignements sur la qualité d'un lait.

» Un lait de bonne qualité se coagule par la présure en trois minutes et demie ou quatre minutes; le caillé est net, homogène, d'un beau blanc de porcelaine.

» Si les temps de coagulation sont très différents de quatre minutes, si le caillé est grumeleux et terne, le lait est douteux et doit être examiné de plus près par l'analyse.

» Des temps de coagulation très considérables peuvent faire soupçonner l'addition d'eau ou d'un sel alcalin préservateur; il faut se rappeler que l'ébullition seule retarde beaucoup.

» Si les laits se coagulent rapidement, c'est qu'ils contiennent des matières étrangères ou qu'ils sont déjà attaqués par les organismes. Un lait naturel qui se coagule en moins de deux minutes est impitoyablement à rejeter aussi bien pour l'alimentation que pour les usages industriels. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la réclamation de M.* Calmette *à propos du sang antitoxique des animaux immunisés contre le venin des serpents.* Note de MM. **C. Phisalix** et **G. Bertrand**, présentée par M. A. Chauveau.

« A la suite de notre dernière Note sur la vaccination antivipérique (23 avril), M. Calmette a réclamé la priorité concernant la découverte du sang antitoxique.

» Il l'aurait annoncée le 10 février à la Société de Biologie, deux jours avant notre Note à l'Institut. Cette priorité fût-elle réelle, que nous la lui abandonnerions volontiers, puisque nos expériences sur le sang antitoxique découlaient logiquement de nos recherches antérieures. Mais la Note que nous avons présentée le 12 février à l'Académie est exactement la même que celle que nous avions communiquée à la Société de Biologie le 10 février, dans la séance où M. Calmette a lu la sienne, et avant même qu'il eût pris la parole. Au *Bulletin de la Société de Biologie* (16 février 1894, n° 5), notre Note, page 111, est la première en tête du numéro où celle de M. Calmette vient à la page 120.

» Du reste, en raison de la place limitée dont nous disposions aux *Comptes rendus*, nous avions dû scinder l'exposé de nos recherches sur la vaccination antivipérique et son mécanisme, nous contentant d'annoncer notre découverte relative au sang antitoxique dans un article de la *Semaine médicale* du 7 février. D'après l'extrait qu'en donne M. Calmette

(*Bulletin de la Société de Biologie* du 16 février), c'est cet article qui lui a servi de base pour les contestations dont nous avons déjà parlé et que de nouvelles recherches lui ont fait abandonner (*Bulletin de la Société de Biologie* du 9 mars 1894). »

M. G. Hinrichs adresse une Note ayant pour titre : « Méthode générale pour le calcul des écarts des poids atomiques ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 avril 1894.

Expédition scientifique du Travailleur *et du* Talisman *pendant les années* 1880, 1881, 1882, 1883. Ouvrage publié sous les auspices du Ministre de l'Instruction publique, sous la direction de M. A. Milne-Edwards, Membre de l'Institut, etc. *Échinodermes,* par Edmond Perrier, Membre de l'Institut, professeur-administrateur au Muséum d'Histoire naturelle. Paris, G. Masson, 1894; 1 vol. gr. in-4°. (Présenté par M. Perrier.)

La vie et l'énergie chez l'animal. Introduction à l'étude des sources et des transformations de la force mise en œuvre dans le travail physiologique, par A. Chauveau, Membre de l'Institut. Paris, Asselin et Houzeau, 1894; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Chauveau.)

L'Année scientifique et industrielle, par Louis Figuier. Paris, Hachette et Cie, 1894; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Annuaire géologique universel. Revue de Géologie et Paléontologie, année 1892. Tome IX, 2e fasc. Paris, 1894; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

Miscellanées mathématiques, par Léonce Agües. Barcelona, 1894; in-8°.

Société de Géographie. Comptes rendus des séances, 1894, n° 6. Séance du 16 mars 1894. Paris; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris. Comptes rendus des séances. 4e livraison. Paris, F. Alcan, 1894; 1 fasc. in-8°.

Di un nuovo elettrometro idiostatico assai sensibile. Memoria del prof. Augusto Righi. Bologna, 1894; 1 br. in-4°.

Magnetical and meteorological Observations made at the Government observatory Bombay, 1891 *and* 1892. Bombay, 1893; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 avril 1894.

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Tome XI. Avril 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XVIII. Février 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Rapport lu le 5 *avril* 1893, *à la séance générale du Conseil du Bureau central,* par le Président, M. Daubrée, Membre de l'Institut. (Extrait des *Annales du Bureau central météorologique.* Tome I, 1892.) Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 br. in-4°. (Présenté par M. Daubrée.)

Journal de Pharmacie et de Chimie. N° 8, 15 avril 1894. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Annuaire de l'Observatoire municipal de Montsouris, pour l'année 1894. Météorologie, Chimie, Micrographie, Applications à l'hygiène. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-18.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France, 1894, vendredi 6 avril; 1 fasc. gr. in-8°.

Recherches sur les blés, les farines et le pain, par A. Balland. Paris, H. Charles-Lavauzelle, 1894; 1 vol. in-8°. (Renvoi à la Section d'Économie rurale et au concours des prix de Médecine et de Chirurgie.)

Recueil de Médecine vétérinaire publié à l'École d'Alfort. 15 avril 1894. Paris, Asselin et Houzeau; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Faculté des Sciences de Marseille. Tome III, fasc. IV. Marseille, Barlatier et Barthelet, 1893; 1 fasc. in-4°.

Notice sur le tir courbe, par le comte Magnus de Sparre. (Extrait du *Mémorial de l'Artillerie de la Marine.*) Paris, Berger-Levrault et Cie, 1892; 1 br. in-8°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per

cura del prof. P. TACCHINI. Marzo 1894. Roma, G. Bertero; 1 fasc. in-4°.

Annual Report of the Board of regents of the Smithsonian Institution, showing the operations, expenditures and condition of the Institution to july 1891. Washington, 1893; 1 vol. in-8°.

Bulletin of the geographical Club of Philadelphia. A journey to the Grand Falls of Labrador, by HENRY G. BRYANT, M. A. LL. B. March 1894. Philadelphia; 1 vol. in-8°.

La lava incandescente nel cratere centrale dell'Etna e fenomeni geodinamici concomitanti. Nota di A. RICCO. Roma, 1894; 1 fasc. in-4°.

Nekrolog auf Prof. Dr Joh. Rudolf Wolf. Gehalten in der *Sitzung der Naturforschenden Gesellschaft* vom 29. Januar 1894, von Pr. A. WEILENMANN. Zurich, 1894; 1 br. in-12.

ERRATA.

(Séance du 30 avril 1894.)

Note de M. L. *Gentil*, sur la microstructure de la mélilite :

Page 1000, ligne 16, *au lieu de* mélilite de Schwabische, *lisez* mélilite de la Schwäbische Alb.

Page 1001, ligne 11 et 13, *au lieu de* qui serait à rapprocher de..., *lisez* qui serait à comparer à....

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 15 MAI 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'influence de la flexion dans les équatoriaux coudés;* par MM. Lœwy et Puiseux.

« Les études auxquelles nous nous sommes livrés sur le grand équatorial coudé de l'Observatoire de Paris nous ont montré qu'il y avait lieu de compléter sur un point la théorie de ce genre d'instruments, telle que nous l'avons exposée dans diverses Notes présentées à l'Académie.

» Rappelons brièvement le problème général qu'il s'agit de résoudre : L'image d'un astre étant amenée au point choisi comme centre du champ, on lit les indications données par les cercles d'ascension droite et de déclinaison. De la connaissance de ces nombres, jointe à celle de certaines constantes qui caractérisent les défauts de construction ou d'orientation de la lunette, on se propose de déduire les coordonnées absolues du point visé.

» Conformément à l'usage adopté dans la théorie des instruments, nous avons supposé que les constantes instrumentales étaient assez faibles pour qu'il fût permis, en évaluant l'effet de chacune d'elles, de négliger les autres. Ce principe doit être également appliqué aux déformations variables produites par la pesanteur sur diverses parties de l'instrument, déformations qui sont du même ordre que les constantes instrumentales proprement dites.

» Pour préciser la définition de ces constantes, nous avons supposé que l'on prendrait comme centre du champ, dans un instrument parfaitement réglé, le point où vient faire son image un rayon entré dans la lunette suivant l'axe de rotation du miroir extérieur.

» Ces divers points rappelés, il convient d'examiner de plus près les déformations qui peuvent prendre naissance sous l'action de la pesanteur. Ces effets de flexion doivent, en général, se manifester de quatre manières différentes :

» 1° Par un changement commun de direction, imprimé au grand miroir et à son axe de rotation;

» 2° Par un changement dans la position du point où l'axe de rotation du grand miroir rencontre le miroir intérieur;

» 3° Par un changement commun de direction imprimé au petit miroir et à son axe de rotation;

» 4° Par un déplacement du point où l'axe de rotation du petit miroir vient rencontrer le plan focal.

» Ces divers écarts ont déjà été introduits en ligne de compte, dans l'hypothèse où ils demeureraient indépendants de l'angle horaire du point visé. On doit maintenant, si l'on ne veut pas faire double emploi, n'avoir égard aux effets de flexion qu'en tant qu'ils varient avec l'angle horaire.

» Pour ce motif, on doit considérer l'action de la pesanteur sur le petit miroir et sur l'axe polaire comme suffisamment représentée par les formules que nous avons développées dans nos Communications antérieures (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 976 et p. 1199). Il y a lieu seulement de revenir sur les deux premiers effets, qui concernent le bras de l'instrument.

» On peut, ainsi que nous l'avons fait, regarder le poids d'une portion quelconque de l'instrument comme la résultante de trois forces rectangulaires deux à deux : la première parallèle à l'axe du monde, la seconde parallèle au bras de la lunette, la troisième perpendiculaire au bras dans le plan de l'équateur.

» De ces trois forces, la première est constante et produit un effet inva-

riable, qu'il n'y a pas lieu de traiter à part. La seconde n'entraîne aucune déformation du bras; la troisième seule est efficace au point de vue où nous sommes placés. Elle peut déterminer à la fois une déviation et une translation du bras, s'effectuant l'une et l'autre dans le plan de l'équateur, et proportionnelles, comme la force elle-même, au sinus de l'angle horaire du bras.

» La déviation, aussi bien que la translation du bras, ont pour conséquence un déplacement de l'image dans le champ. Ce déplacement s'effectue suivant une direction perpendiculaire à l'axe du bras, et admet dans les deux cas une expression algébrique de la forme $\beta \sin H$, β désignant une constante et H l'angle horaire du bras. Il n'en résulte pas, toutefois, qu'on ait le droit de les considérer en bloc, ainsi que nous l'avions fait.

» La déviation subie par le grand miroir provoque, en effet, en même temps qu'un déplacement de l'image dans le champ, une variation précisément équivalente sur l'angle horaire du point visé dans le ciel. Cette variation n'est évidemment pas accusée par le cercle d'ascension droite, et constitue, à ce titre, une erreur instrumentale.

» Au contraire, le second effet de flexion, qui équivaut à une simple translation de l'axe du bras, modifie la position de l'image dans le champ, mais non celle du point visé dans le ciel.

» Soient maintenant :

h l'angle horaire du point visé;

M_1 l'écart de l'image par rapport au centre du champ, écart estimé suivant une direction perpendiculaire au bras;

β, β' les valeurs maxima des déplacements de l'image dans le champ, dus respectivement à la déviation et à la translation du bras.

» On tiendra compte, d'après ce qui précède, des deux premiers effets de flexion en remplaçant, dans les formules de réduction en ascension droite,

$$M_1 \quad \text{par} \quad M_1 \mp (2\beta + \beta') \cos h \begin{cases} \text{Position directe} \\ \text{Position inverse} \end{cases},$$

et, dans les formules de réduction en déclinaison,

$$M_1 \quad \text{par} \quad M_1 \mp (\beta + \beta') \cos h.$$

» Les termes en β' ne figuraient pas dans les formules générales de réduction que nous avons données précédemment. Celles-ci deviennent,

en définitive,

$$
\begin{aligned}
dA^d &= m + M_1 + (\mu - 2\beta - \beta')\cos h \\
&\quad + (n\cos h - \lambda\sin h + M_2 + \mu\sin h + B)\operatorname{tang}\delta + c\operatorname{séc}\delta, \\
dA^i &= m + M_1 - (\mu - 2\beta - \beta')\cos h \\
&\quad + (n\cos h - \lambda\sin h - M_2 + \mu\sin h - B)\operatorname{tang}\delta - c\operatorname{séc}\delta, \\
d\delta^d &= \quad I + n\sin h + \lambda\cos h \\
&\quad + [M_1 + (\mu - \beta - \beta')\cos h]\sin\delta - (M_2 + \mu\sin h)\cos\delta, \\
d\delta^i &= -I + n\sin h + \lambda\cos h \\
&\quad - [M_1 - (\mu - \beta - \beta')\cos h]\sin\delta - (M_2 - \mu\sin h)\cos\delta.
\end{aligned}
$$

» Si l'on combine des observations d'étoiles connues faites en ascension droite et en déclinaison dans les deux positions de l'instrument, l'emploi de ces formules permettra de déterminer séparément μ, β et β'. Des opérations physiques exécutées au moyen d'un collimateur fourniront, d'autre part, les valeurs de μ et de $\beta + \beta'$. On aura ainsi une vérification qui ne devra pas être négligée.

» Les mesures faites avec le grand équatorial coudé de l'Observatoire de Paris ont conduit, pour β', à une valeur sensiblement nulle. On aurait donc pu, sans erreur, appliquer à cet instrument nos formules de réduction primitives. Mais on ne saurait, quant à présent, affirmer qu'il en sera de même dans tous les cas. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Recherches sur l'augmentation des récoltes par l'injection dans le sol de doses massives de sulfure de carbone;* par M. **Aimé Girard.**

« Le sulfure de carbone, injecté à travers le sol à doses massives, augmente, dans une mesure considérable, l'abondance des récoltes. C'est là un fait important, contraire aux opinions généralement admises, dont les conséquences pratiques ne peuvent être prévues dès aujourd'hui, et dont la démonstration résulte d'une série d'observations et d'expériences culturales que je viens de poursuivre pendant quatre années.

» Je rappellerai d'abord à quelle occasion ces recherches ont été entreprises.

» En 1886, j'ai découvert, et signalé aussitôt, la présence, sur les betteraves à sucre cultivées en France, d'un parasite, l'*Heterodera Schachtii*, va-

riété de nématode qui, très abondante en Saxe, avait, en quelques années, déterminé la ruine d'une partie de la culture betteravière de ce pays.

» J'ai cherché alors à combattre l'invasion de nos cultures par ce parasite. Les travaux du Dr Kühn, de Halle-sur-Saale, nous avaient appris déjà que le recours aux insecticides, dans les conditions ordinaires, ne saurait suffire à le faire disparaître des champs complètement envahies. Aussi, est-ce à un point de vue différent que je me suis placé, et considérant que l'apparition des nématodes sur les champs de betteraves s'accuse toujours par la formation de taches circulaires, sur lesquelles les feuilles jaunissent pour bientôt mourir, me suis-je proposé de traiter les taches ainsi reconnues par des doses massives de sulfure de carbone, de la même façon qu'en Suisse on traitait déjà les vignes phylloxérées, c'est-à-dire de les traiter à ruine complète, en payant de la mort de la plante la mort du parasite.

» Appliqué à plusieurs cas d'invasion partielle, ce traitement local des taches a parfaitement réussi; il est pratiqué aujourd'hui par quelques agriculteurs.

» C'est à la ferme de la Faisanderie, à Joinville-le-Pont, sur mes cultures, que je l'ai expérimenté tout d'abord; c'est à Gonesse (Seine-et-Oise), chez M. Tétard, qu'en a été faite, en 1887, la première application culturale. En injectant dans le sol une dose de sulfure de carbone ne représentant pas moins de 33^{kg} à l'are, j'ai pu ainsi, en sacrifiant les betteraves, bien entendu, détruire tous les parasites dont leurs radicelles étaient couvertes.

» C'est à la suite de ce traitement qu'a eu lieu la première observation relative à l'augmentation des récoltes du fait de la sulfuration du sol à dose massive.

» En 1888, sur le champ de betteraves dont $2^a,10$ avaient été l'année précédente traités de la façon que je viens de dire, M. Tétard avait semé du blé, comme le veut son assolement. Au commencement de juin, il remarquait que sur la tache traitée en 1887 le blé se dressait, beaucoup plus beau que sur le reste de la pièce, dépassant de 10^{cm} à 12^{cm} les parties voisines.

» Aussitôt que j'eus reconnu l'exactitude de ce fait, je fis, à côté de la tache traitée en 1887, et dans la même pièce, mesurer et entourer une surface égale ($2^a,10$) de façon à pouvoir, à la récolte, comparer les produits de l'un et de l'autre îlot.

» Les résultats furent singulièrement remarquables; ils donnèrent, à l'avantage de l'îlot sulfuré, un bénéfice de 46,28 pour 100 pour le grain, de 21,73 pour 100 pour la paille.

» Il y avait là, évidemment, l'indication d'une action considérable due à l'intervention du sulfure de carbone, en 1887, c'est-à-dire plusieurs mois avant la semaille du blé.

» Pour poursuivre l'étude de cette action je fis, en 1889, sulfurer à la dose ci-dessus indiquée : à Gonesse, 3 ares qui allaient être semés en blé; à Joinville-le-Pont, 5 ares qui allaient être plantés en pommes de terre de quatre variétés différentes. A côté de ces surfaces sulfurées, bien entendu, des surfaces égales, non sulfurées, étaient réservées comme témoins.

» Malheureusement, à Gonesse, tous nos blés versèrent et aucune pesée ne fut possible; mais, à Joinville-le-Pont, la récolte des pommes de terre accusa sur les 5 ares sulfurés une augmentation de poids variant de 5,3 à 38,7 pour 100.

» Ces résultats pouvaient, dès lors, être considérés comme concluants; mais, désireux de les contrôler avec précision, j'entrepris, en 1891 et 1892, des essais plus méthodiques que les précédents.

» A la ferme de la Faisanderie, à Joinville-le-Pont, j'ai mesuré, bord à bord, sur une pièce de terrain graveleux et peu fertile, deux bandes de 5 ares chacune. L'une d'elles a été entourée d'un fossé de 1^m de profondeur et d'une largeur égale; l'autre a été laissée en communication avec le sol environnant. Sur l'une comme sur l'autre, aucun engrais n'a été ajouté; la bande, entourée de fossés enfin, a reçu, au pal, 33^{kg} de sulfure de carbone à l'are.

» Chacune des deux bandes a été ensuite divisée en cinq carrés d'un are chacun, de façon à pouvoir mettre en comparaison, sans recourir à aucun engrais, cinq cultures différentes : blé, avoine, betteraves, pommes de terre et trèfle.

» L'augmentation des récoltes sur le terrain sulfuré a été alors de même ordre que celles constatées en 1888 et 1889; c'est sur le trèfle surtout que cette augmentation s'est fait sentir.

» En 1892 enfin, afin de vérifier si l'influence du sulfure de carbone se prolonge au delà d'une année, j'ai, sur les mêmes surfaces, sans faire intervenir ni engrais ni doses nouvelles de sulfure de carbone, recommencé les mêmes cultures, en les changeant de place bien entendu. Une augmentation des récoltes s'est produite encore dans ces circonstances, mais bien

plus marquée que les années précédentes, sans doute à cause de l'influence de la sécheresse sur les cultures normales faites dans un terrain aussi pauvre que celui de la ferme de la Faisanderie.

» Dans le Tableau qui suit, indiquant d'une part les poids réels récoltés, d'une autre le pourcentage de l'augmentation due à la sulfuration du sol, j'ai résumé la série entière des résultats constatés en 1888, 1889, 1891 et 1892.

1888. — *Ferme de Gonesse (Seine-et-Oise)*

		Récolte sur 2ares,10 de terrain		Bénéfice	
		non sulfuré.	sulfuré.	en poids.	en centièmes.
Blé	Grain	67 kg	98 kg	31 kg	46,28
	Paille	115	140	25	21,73

1889. — *Ferme de la Faisanderie à Joinville-le-Pont (Seine).*

		Récolte sur 1are, 25 de terrain		Bénéfice	
		non sulfuré.	sulfuré.	en poids.	en centièmes.
Pommes de terre.	Richters Imp.	357 kg	465 kg	108 kg	30
	Jeuxey	246	259	13	5,30
	Gelbe Rose	201	263	62	30,80
	Red Skinned	225	312	87	38,66
	Total	1029	1299	270	Moy. 26,29

1891. — *Ferme de la Faisanderie à Joinville-le-Pont (Seine).*

		Récolte sur 1are de terrain		Bénéfice	
		non sulfuré.	sulfuré.	en poids.	en centièmes.
Blé	Grain	15,200 kg	17,55 kg	2,35 kg	15,46
	Paille	63	77	14	22,22
Avoine	Grain	16,50	18	1,50	9,09
	Paille	50	65	15	30
Betteraves (¹)		295	350	55	18,37
Pommes de terre (Richters Imp.)		257	305	48	18,67
Trèfle (²), deux coupes	A l'état frais	275	355	80	29,09
	Séché à 100°	58	97	39	67,24

(¹) Les betteraves avaient sur l'un et l'autre terrain une richesse identique, soit 17,27 pour 100 de sucre.

(²) Le trèfle de la première coupe contenait 83,8 pour 100 d'eau sur la partie non sulfurée et 77,3 pour 100 sur la partie sulfurée.

1892. — *Ferme de la Faisanderie à Joinville-le-Pont* (*Seine*)
(deuxième année après la sulfuration) (1).

Blé	Grain	.... perdu ...		.....	.....
	Paille	15kg,5	28kg	12kg,5	80,64
Avoine	Grain	8	16	8	100
	Paille	13,5	21,5	8	59,29
Betteraves		201	260	59	29,35
Trèfle séché à l'air (2)		21	46	25	119,04

» Les résultats que je viens de faire connaître sont, certainement, de nature à fixer l'attention des agriculteurs. Ils établissent, en effet, avec netteté l'influence que peut exercer sur l'abondance des récoltes l'injection du sulfure de carbone à travers le sol avant toute semaille ou toute plantation, bien entendu.

» Deux questions se posent alors.

» La première est celle de la recherche des causes qui déterminent cette abondance. Faut-il voir dans le sulfure de carbone un excitant de la végétation? Cette interprétation des choses n'a rien d'impossible; *a priori* cependant, elle ne semble pas justifiée. Le sulfure de carbone, en effet, ne ressemble en rien aux composés organiques sulfurés du sol sur lesquels M. Berthelot a récemment appelé l'attention et d'ailleurs, on le sait, quelques jours suffisent à le faire disparaître du terrain qui l'a reçu.

» C'est faire une hypothèse plus naturelle que de voir dans le sulfure de carbone un poison mortel pour les organismes d'ordre inférieur ou pour les insectes qui, habitant le sol, s'attaquent d'une façon si fâcheuse aux radicelles des plantes.

» S'il en est ainsi, est-ce sur les microrganismes qu'il exerce son action délétère? Aucune expérience directe, à ma connaissance du moins, ne saurait permettre de se prononcer sur ce point. Tout au moins, quelques-uns de ces microrganismes résistent-ils à son action. Il en est ainsi, notamment, des bactéries des légumineuses, car c'est avec le trèfle, dont j'ai toujours trouvé les radicelles chargées de nodosités, que les augmentations de récolte ont été le plus marquées; il en est ainsi, certainement encore, des agents fixateurs d'azote, des microbes nitrificateurs, etc.; les récoltes,

---

(1) Toutes les cultures ont souffert de la grande sécheresse de 1892.

(2) Une seule coupe a eu lieu le 5 juillet; la sécheresse a empêché d'en faire une seconde.

en effet, ont été, en 1891 et 1892, obtenues sans addition d'aucun engrais.

» Est-ce, d'autre part, aux végétaux cryptogamiques que, si souvent, on voit se développer sur les radicelles des plantes? Sur ce point je ne saurais même émettre une hypothèse; les botanistes les plus compétents en cryptogamie m'ont déclaré, en effet, que jusqu'ici l'action du sulfure de carbone sur les cryptogames n'avait été l'objet d'aucune étude suivie.

» Aussi, jusqu'à nouvelles recherches du moins, suis-je porté à considérer l'action du sulfure de carbone comme s'exerçant principalement sur ces insectes, qui, les uns à l'état adulte comme les Courtilières, les autres à l'état de larves, comme les Taupins, les Carabes bossus, etc., blessent et coupent, pour subvenir à leur alimentation, les radicelles nécessaires à la végétation des plantes ([1]).

La pratique de la sulfuration à doses massives apporte à l'appui de cette manière de voir des faits saisissants. Au fur et à mesure que le sulfure de carbone est injecté dans le sol, on voit en effet des légions d'insectes, aussi bien de ceux qui vivent à la surface que de ceux dont la vie est souterraine, qui, fuyant les vapeurs du sulfure, courent éperdus sur le terrain pour bientôt y succomber. Il n'est pas jusqu'aux Lombrics qui, pour échapper au poison, remontant à la surface, n'y meurent au bout de quelques instants.

» La deuxième question qui se pose, à la suite des recherches que je viens de résumer, est celle de savoir si la pratique agricole en peut tirer quelque parti. Les doses de sulfure de carbone, sous l'influence desquelles l'augmentation des récoltes s'est produite, sont absolument incompatibles avec les conditions ordinaires de la culture; elles représentent une dépense qui, au plus bas prix du sulfure, ne saurait être moindre que 1000fr à l'hectare; mais on est en droit de se demander si des doses aussi élevées sont nécessaires, et si, au-dessous d'elles, il n'en est point dont la valeur en argent puisse être compensée par l'augmentation de la valeur en argent de la récolte même.

» C'est là une question d'une grande importance, que, grâce à l'obligeance de M. Deiss, qui a mis à notre disposition une quantité importante de sulfure de carbone, nous cherchons, M. Tétard et moi, à résoudre cette année. »

([1]) Les terrains dans lesquels ces recherches ont été faites ne contenaient pas de vers blancs qui, on le sait, offrent à l'action des insecticides une résistance toute particulière.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Physique, en remplacement de M. *Helmholtz*, élu Associé étranger.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 43,

M. Blondlot obtient	. . . .	42 suffrages
M. Gouy »	. . . .	1 »

M. **Blondlot**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Bailly** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Recherches sur le mode d'action de la chaleur ».

(Renvoi à l'examen de M. Cornu.)

M. **Génin** adresse un Mémoire accompagné d'un plan descriptif sur un « aérostat dirigeable ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **de Touchimbert** adresse une nouvelle Note « sur des relations entre les courants supérieurs de l'atmosphère et les mouvements de l'aiguille aimantée ».

(Renvoi à l'examen de M. Faye.)

CORRESPONDANCE.

La **Société de Médecine scientifique et d'Hygiène de l'Université de Kharkov** et la **Société des Sciences physiques de Bucharest**, à l'occasion du centenaire de la mort de Lavoisier, adressent des télégrammes à l'Aca-

démie pour s'associer aux hommages rendus à la mémoire de l'illustre savant.

M. A. d'Arsonval prie l'Académie de bien vouloir le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante dans la Section de Médecine et de Chirurgie par le décès de M. *Brown-Séquard*.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Tempel* (1873 II) *faite à l'observatoire d'Alger*. Dépêche télégraphique transmise par M. Tisserand.

	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite.	Distance polaire.
Mai 11.......	$15^h 23^m,7$	$358° 42' 4''$	$94° 16' 32''$

« M. Trépied ajoute que la comète observée dans le crépuscule du matin est une nébulosité faible, paraissant elliptique, avec noyau. »

ASTRONOMIE. — *Sur la comète périodique de Tempel* (1873 II). Note de M. L. Schulhof, présentée par M. Tisserand.

« La comète de Tempel, d'une durée de révolution de 5,2 années, n'a été observée qu'en 1873 et 1878. Les passages au périhélie en 1883 et 1888 eurent lieu dans des circonstances très défavorables, la comète restant toujours trop près du Soleil. Les conditions de visibilité n'étant pas trop défavorables en 1894 dans l'hémisphère austral, il y avait quelque espoir de la découvrir dans l'apparition actuelle, malgré la faiblesse de son éclat. Effectivement, M. Finlay, auquel nous devons la découverte d'une nouvelle comète périodique et celle de la comète de Winnecke en 1886, l'a retrouvée le 8 mai au Cap de Bonne-Espérance, dans une position assez rapprochée de celle que lui assignait notre éphéméride provisoire, publiée dans les n^{os} 3218 et 3219 des *Astr. Nachr.* ($\Delta Æ = +48^s$, $\Delta\delta = +2',3$). Les écarts de l'éphéméride corrigée que nous avons donnée dans le n° 3229, avant d'avoir eu connaissance de la découverte de la comète, ne montent qu'à $+9^s,2$ en ascension droite et $+30''$ en déclinaison. Le passage au périhélie a eu lieu deux heures plus tôt que d'après nos calculs. Cet écart provient principalement de ce que nous nous sommes contenté

du calcul approché des perturbations de Jupiter et de Saturne et que nous avons négligé l'action des autres planètes. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Denning* (1894 *mars* 26), *faites au grand télescope de l'observatoire de Toulouse;* par M. **E. Cosserat.** Transmises par M. Tisserand.

Dates 1894.	Étoiles de comparaison.	Comète — Étoile. Æ.	Comète — Étoile. Déclinaison.	Nombre de compar.
		m s		
Avril 30......	*a* 2348 BD + 15°	−2.0,73	−6′. 0″,5	12:10
Mai 8......	*b* 2378 BD + 12	−1.0,69	+6.51,5	12:11

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1894.	Étoiles de comp.	Ascens. droite moyenne 1894,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1894,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s			
Avril 30..	*a*	11.28.37,28	+1,82	+15°.28′.43″,3	−5″,8	14128 Paris
Mai 8..	*b*	11.42. 1,12	+1,76	+12.17.55,6	−6,7	697 W_1, H. 11

Positions apparentes de la comète.

Dates 1894.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Avril 30.....	10.50.36	11.26.38,37	$\bar{1}$,345	+15°.22′.37″,0	0,641
Mai 8.....	10.15.56	11.41. 2,19	$\bar{1}$,275	+12.24.40,4	0,670

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Gale* (3 *avril* 1894), *faites à l'équatorial Brunner* (0^m,16) *de l'observatoire de Lyon.* Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Tisserand.

Dates 1894.	Temps moyen de Paris.	Comète — Étoile. Δα.	Comète — Étoile. Δδ.	Nombre de comp.	α app.	Log. fact. parall.	δ app.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Mai 5...	9.29.37	−0.26,63	− 5.42,7	10:11	8.38.50,01	9,548	+ 0.36. 2,2	0,797	1
5...	10. 1.39	−0.12,96	+ 0.50,9	10:10	8.39. 3,68	9,579	+ 0.42.35,8	0,797	1
8...	8.52.15	+0. 1,92	+ 8.42,3	10:10	9. 6.19,38	9,477	+10.24.52,8	0,734	2
8...	9.28.13	−0. 9,22	+ 5. 0,0	10:10	9. 6.31,87	9,534	+10.29.19,3	0,744	4
10...	11.30.52	−0.25,68	+12.56,3	10:10	9.23. 8,01	9,630	+16. 3. 3,1	0,767	5

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1894,0.

★.	Asc. droite moy. 1894,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1894,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
1...	8.39.15,98	+0,66	+ 0.41.47,0	−2,1	A.G.Z. Albany 3511
2...	9. 6.16,57	+0,89	+10.16.10,3	+0,2	BD + 10°, 1953 comp. à (3)
3...	9. 6.15,27	+0,89	+10.11. 8,7	+0,2	Schj. 3376
4...	9. 6.40,20	+0,89	+10.24.19,1	+0,2	Anonyme (10, 11°) comp. à (3)
5...	9.23.32,65	+1,04	+15.50. 5,3	+1,5	W_2 IX, 450

» Les observations sont faites par pointés à l'aide d'un micromètre à fils fins (brillants) et un grossissement de 100 fois.

» *Mai* 5. — La comète est visible à l'œil nu comme une étoile de 4^e^ à 5^e^ grandeur. A la lunette, avec un grossissement de 45 fois, elle a l'aspect d'une nébuleuse globulaire de 15′ de diamètre avec condensation au centre, d'éclat de 8^e^ à $8\frac{1}{2}$; avec un fort grossissement le noyau n'a pas nettement d'apparence stellaire.

» *Mai* 8. — Elle a toujours le même aspect, mais diminue d'étendue et d'éclat (5^e^ environ); noyau d'apparence stellaire estimé 9,5.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Gale* (3 *avril* 1894), *faites à l'equatorial coudé* (0^m,32) *de l'observatoire de Lyon.* Note de M. G. Le Cadet, présentée par M. Tisserand.

Comparaisons et positions de la comète.

Dates 1894.	Temps moyen de Paris.	Comète — Étoile. Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	α app.	Log. fact. parall.	δ app.	Log. fact. parall.	★
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Mai 5..	9.17.42	−0.31,65	−7.24,8	4:4	8.38.44,99	9,534	+ 0.34.20,1	0,797	1
5..	9.42.34	−1. 2,63	+3.17,3	4:4	8.38.55,02	9,562	+ 0.38.12,3	0,797	2
5..	10. 5.26	−0.11,77	−0. 7,4	4:4	8.39. 4,87	9,582	+ 0.41.37,5	0,797	1
8..	8.34.46	−0. 5,06	+6.34,1	4:4	9. 6.12,40	9,442	+10.22.44,6	0,729	3
8..	10.26.37	−0.49,65	−8.16,8	4:4	9. 6.51,59	9,594	+10.36.20,0	0,763	5
10..	9.37.29	−0.16,73	−1.42,2	4:4	9.22.32,64	9,545	+15.51.33,1	0,706	6

» La comète est visible à l'œil nu : elle paraît dans le crépuscule comme une nébuleuse stellaire de 4^e^ à 5^e^ grandeur.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1894,0.

★.	Asc. droite moy. 1894,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1894,0.	Réduction au jour.	Autorités.
1...	8.39.15,98	+0,66	+ 0.41.47,0	−2,1	A.G.Z. Albany 3511
2...	8.39.56,99	+0,66	+ 0.34.57,1	−2,1	Glasg$_2$ 763
3...	9. 6.16,57	+0,89	+10.16.10,3	+0,2	BD + 10° 1953 comp. à ★ (4)
4...	9. 6.15,27	+0,89	+10.11. 8,7	+0,2	Schj. 3376
5...	9. 7.40,34	+0,90	+10.44.36,4	+0,4	$\frac{1}{5}$[W$_1$ 9^h, 92 + 2 Gl$_1$ 2377 + 2 Par. 11336]
6...	9.22.48,34	+1,03	+15.53.13,7	+1,6	Anonyme 10^e gr. comp. à ★ (7)
7...	9.23.32,65	+1,04	+15.50. 5,3	+1,5	W$_2$ 9^h, 450

» *Remarques.* — Les observations du 5 et du 8 mai ont été faites au moyen du micromètre à gros fils sur champ sombre; celles du 10, au moyen du micromètre à fils fins brillants.

» Le 5 mai, la comète, examinée avec un grossissement de 75, se présente comme une brillante nébuleuse à peu près ronde d'environ 15′ de diamètre, très diffusée, mais cependant plus nettement terminée au sud-est. Dans cette direction (120°) on peut suivre, sur une longueur de 1°, un prolongement filiforme assez délié, très réel, perceptible encore lorsque la comète proprement dite est en dehors du champ. La condensation, graduelle du bord au centre, forme là un noyau elliptique assez distinct, d'environ 20″ d'étendue, qui s'éteint dans le champ illuminé en même temps que les étoiles de 9^e,5 grandeur.

» Le 10 mai, des nuages légers voilent la comète et diffusent son noyau.

» *Nota.* — Une comparaison est la moyenne de 5 pointés sur chaque astre.

Comparaison à l'éphéméride de Kreutz A.N. 3227.

Date 1894.	(O − C). Δα.	Δδ.
Mai 5................	− 0,50	− 28″
5................	− 0,77	− 23
5................	− 0,47	− 26
8................	− 0,06	− 28
8................	− 0,01	− 28
10................	+ 0,37	− 31

ASTRONOMIE. — *Éphémérides graphiques donnant les coordonnées des astres pour les usages de la navigation.* Note de M. **Louis Favé**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Les nombreux travaux ayant pour but de faciliter et d'abréger le calcul du point à la mer ont presque exclusivement porté sur la résolution du triangle de position en partant des coordonnées des astres observés, calculées d'après les données des éphémérides.

» Il n'est pas d'un intérêt moindre d'abréger et de simplifier la recherche des coordonnées des astres pour le moment de l'observation et les corrections des hauteurs observées, car ces opérations préliminaires demandent autant de soin et d'attention et presque autant de temps que celles qui restent à faire ensuite.

» Nous avons fait ressortir, dans un travail fait en commun avec M. Rollet de l'Isle [1], les avantages des opérations graphiques sur le calcul, et nous avons construit un *abaque* pour la résolution graphique du triangle de position.

» Ces avantages ne sont pas moindres pour la détermination des coordonnées des astres et les corrections diverses à faire subir aux hauteurs observées.

» Pour la première opération, il est nécessaire d'établir, pour chaque année, des éphémérides graphiques sous la forme que nous allons indiquer.

» Traçons des lignes verticales équidistantes numérotées d'unité en unité, et divisons par des traits horizontaux équidistants ces lignes en 60 parties. Un angle donné par un certain nombre de degrés, de minutes et de secondes sera représenté par un point situé sur la ligne verticale correspondant au *nombre rond* de degrés à une hauteur proportionnelle au nombre de secondes contenues dans l'ensemble des minutes et des secondes données. On lira directement le nombre des degrés sur l'échelle horizontale, le nombre des minutes sur l'échelle verticale, et le nombre des secondes en divisant, au compas ou à vue, l'intervalle d'une minute proportionnellement au nombre des secondes.

» On a ainsi une longue échelle coupée en fractions d'un degré juxta-

---

(1) *Comptes rendus* du 2 janvier 1894.

posées, et l'on peut inscrire, en marquant les points correspondants, une série d'angles avec une grande approximation sur une surface très restreinte.

» Pour la déclinaison du Soleil, on trace de petits traits horizontaux aux points correspondant aux valeurs de la déclinaison d'heure en heure. On inscrit la date du jour au point correspondant à midi moyen sous forme de fraction dont le dénominateur est le numéro du mois, et on numérote les heures de 6 en 6. L'échelle de l'élément cherché restant constante, il est sans importance que l'échelle de l'argument diminue. On supprime une partie des divisions lorsqu'elles deviennent trop serrées. En prenant une échelle de 5^{mm} pour $1'$ et en écartant de 5^{mm} les lignes verticales des degrés, on peut figurer les déclinaisons pour l'année entière sur une surface de 50^{cm} sur 30^{cm}.

» Au moyen de ce graphique, on trouve avec une très grande rapidité la déclinaison pour une date et un moment donnés. L'interpolation se fait à vue, sans effort, tant pour le temps que pour les angles, et l'on obtient une approximation largement suffisante pour les réductions d'observations à la mer. On peut s'aider, si l'on désire une approximation plus grande, d'un compas et d'échelles de proportion ([1]).

» On représente de la même façon le temps vrai à midi moyen. Les lignes verticales correspondent alors à des nombres ronds de minutes de temps.

» L'ensemble des éléments nécessaires pour l'utilisation des observations de Soleil pour une année entière tient sur une feuille de 50^{cm} sur 60^{cm}.

» Pour la réduction des observations d'étoiles ou de planètes, il est nécessaire de connaître le temps sidéral ou ascension droite du Soleil moyen au moment de l'observation. Le même procédé est applicable, mais, les variations étant presque rigoureusement proportionnelles au temps, il est économique, au lieu de tracer pour chaque heure un trait horizontal, de joindre les points de division par des lignes qui sont pratiquement des portions de droite inclinées à peu près à $45°$.

» On pourra représenter de même les coordonnées des planètes et des

([1]) On peut réduire l'interpolation à 10 minutes de temps et à 10 secondes d'arc en divisant par des traits horizontaux et verticaux les intervalles en 6 et en traçant par les points de division correspondant à chaque heure, à la place des traits horizontaux, des traits obliques d'inclinaison variable suivant la longueur de la division de l'heure. Cette disposition n'offrirait pas d'avantage pour l'application que nous avons en vue.

étoiles, et, en se bornant aux astres observables à la mer, le tout n'exigera qu'une surface assez restreinte. On pourra faire usage de feuilles du format des cartes marines ou découper ces feuilles en autant de portions que l'on voudra. La Lune seule demanderait une surface trop grande pour que ce mode de représentation fût pratique.

» Les corrections des hauteurs observées peuvent se faire également graphiquement par un procédé extrêmement simple.

» Traçons une échelle dont les divisions équidistantes représentent des minutes subdivisées en $10''$ par des divisions plus courtes. Par les points correspondant sur cette échelle aux valeurs de la réfraction pour des hauteurs variant de degré en degré, traçons des divisions en sens opposé aux premières. En supprimant une partie des divisions trop serrées et en subdivisant, au contraire, les intervalles trop larges, on obtient une échelle de réfraction très courte en la limitant aux hauteurs utilisables et en prenant une longueur de 8^{mm} pour une minute. L'interpolation est très rapide, et l'exactitude très suffisante pour les applications à la mer. Pour le Soleil, une échelle spéciale donne la réfraction diminuée de la parallaxe. On construit de même une échelle de dépression; ces échelles sont placées bout à bout, en sens inverse. On pique les pointes d'un compas sur les points correspondant d'une part à l'altitude de l'œil, d'autre part à la hauteur de l'astre diminuée à vue de la dépression.

» On a ainsi une longueur proportionnelle à la somme des corrections : réfraction moins parallaxe, plus dépression. En portant cette longueur sur une échelle divisée où la minute a la même longueur que sur les précédentes à partir du point correspondant à la valeur du demi-diamètre pour l'époque de l'observation, dans un sens ou dans un autre, suivant qu'on aura observé l'un ou l'autre bord, on obtient immédiatement la correction positive ou négative à faire subir à la hauteur observée. L'erreur instrumentale peut se corriger facilement du même coup; l'opération est simplifiée par ce fait que trois des quantités considérées peuvent être regardées comme constantes, au moins pour un laps de temps assez long.

» Des Tables, rendant toutes ces corrections très simples, existent déjà ou peuvent être faites par chacun, mais nous pensons qu'il y a lieu de préconiser les procédés graphiques, et que toute simplification, si petite qu'elle soit, d'opérations qu'on a à faire plusieurs fois chaque jour sur tous les navires qui tiennent la mer, n'est pas sans intérêt. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur les équations de la Mécanique.* Note de M. **Wladimir de Tannenberg**, présentée par M. Darboux.

« Soient données n équations différentielles du second ordre

$$(1) \qquad x''_i = \varphi_i(x_1 \ldots x_n, x'_1 \ldots x'_n), \qquad x'_i = \frac{dx_i}{dt}, \qquad x''_i = \frac{d^2 x_i}{dt^2}.$$

» Si l'on effectue le changement de variables

$$X_k = F_k(x_1 \ldots x_n),$$

le système (1) se transforme en le système suivant

$$(2) \qquad X''_i = \Phi_i(X_1 \ldots X_n X'_1 \ldots X'_n).$$

» Les fonctions Φ sont liées aux φ par les identités en $x_1 \ldots x_n x'_1 \ldots x'_n$

$$\Phi_i = \sum_k \frac{\partial X_i}{\partial x_k} \varphi_k + \sum_h \sum_k \frac{\partial^2 X_i}{\partial x_h \, \partial x_k} x'_h x' \qquad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

» De ces identités on tire en différentiant par rapport aux x' et en combinant linéairement les équations obtenues

$$U_i = \sum_k \frac{\partial X_i}{\partial x_k} u_k,$$

où

$$U_i = dX'_i - \sum_k \frac{1}{2} \frac{\partial \Phi_i}{\partial X'_k} dX_k, \qquad u_i = dx'_i - \sum_k \frac{1}{2} \frac{\partial \varphi_i}{\partial x'_k} dx_k.$$

» Le système d'équations différentielles à $2n$ variables $x_1 \ldots x_n x'_1 \ldots x'_n$

$$(\text{I}) \qquad u_1 = 0, \qquad u_2 = 0, \qquad \ldots, \qquad u_n = 0$$

est donc un système *invariant*. Il en est, par suite, de même du système

$$(\text{II}) \qquad S_i(f) = \frac{\partial f}{\partial x_i} + \sum_k \frac{1}{2} \frac{\partial \varphi_k}{\partial x'_i} \frac{\partial f}{\partial x'_k} = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

» Supposons, en particulier, que les fonctions φ soient des formes quadratiques par rapport aux x'

$$\varphi_k = \sum_i \sum_h b^k_{ih} x'_i x'_h.$$

» L'invariance des systèmes (I) et (II) entraîne comme conséquence presque évidente la proposition suivante :

» Pour que le système (1) soit équivalent à un système de Lagrange

$$(4)\qquad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial x'_i}\right) - \frac{\partial T}{\partial x_i} = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

il faut et il suffit que les équations (I) ou (II) admettent une intégrale du second degré $T(x, \ldots, x_n, x'_1, \ldots, x'_n)$ appartenant à la classe *générale*.

» A chaque forme T correspondent *un* système (II) et *un* système (I). Ces systèmes jouent un rôle important dans la transformation des équations (3), comme je le montrerai dans une publication prochaine. Voici, par exemple, comment ils conduisent à une solution nouvelle d'un problème fondamental résolu par M. Lipschitz : *Trouver les conditions nécessaires et suffisantes pour que la forme* T *soit la transformée d'une forme quadratique* T_0 *à coefficients constants*.

» Je rappelle d'abord le théorème suivant : *Soit*

$$\frac{\partial T}{\partial x'_k}\frac{\partial f}{\partial x'_i} - \frac{\partial T}{\partial x'_i}\frac{\partial f}{\partial x'_k} = 2\varphi_{ik}(f) \qquad [\varphi_{ik}(T) = 0].$$

Si la fonction T *satisfait à une équation de la forme*

$$\sum_i M_i(x, x')\frac{\partial f}{\partial x'_i} = 0,$$

où M_i *désigne une forme linéaire en* $x'_1 \ldots x'_n$, *on a forcément l'identité*

$$\sum_i M_i \frac{\partial f}{\partial x'_i} = \sum_i \sum_k \lambda_{ik}\varphi_{ik}(f),$$

les λ_{ik} *étant indépendants des* x' (*la sommation du second membre ne s'étend qu'aux combinaisons des indices* i *et* k). *En particulier, si les* M *sont nuls, il en est de même des quantités* λ.

» Ce théorème n'est que la traduction algébrique de propositions de M. Sophus Lie, sur les transformations linéaires, qui laissent invariante une forme quadratique. Cela posé, pour que la forme T soit réductible à la forme T_0, il faut et il suffit que l'on puisse déterminer une transformation

$$X_k = F_k(x_1 \ldots x_n), \qquad X'_k = \sum_i \frac{\partial F_k}{\partial x_i} x'_i \qquad (k = 1, 2, \ldots, n),$$

faisant correspondre au système II le suivant :

$$\frac{\partial f}{\partial X_1} = 0, \qquad \ldots, \qquad \frac{\partial f}{\partial X_n} = 0;$$

en d'autres termes, il faut et il suffit que le système II admette n intégrales du premier degré de la forme

$$X' = \sum_i \frac{\partial F}{\partial x_i} x'_i.$$

Or ces intégrales sont données par un système d'équations aux dérivées partielles de forme bien connue

$$\frac{\partial^2 F}{\partial x_i \, \partial x_h} + \sum_k b_{ih}^k \frac{\partial F}{\partial x_k} = 0 \qquad (i, h = 1, 2, \ldots, n).$$

La condition cherchée est donc que ce système soit *complètement intégrable*.

» Il est d'ailleurs aisé de voir que cette condition équivaut à la suivante :

» *Pour que la forme* T *soit réductible à une forme quadratique à coefficients constants, il faut et il suffit que le système* (II), *qui lui correspond, soit un système complet :*

$$\text{(III)} \qquad (S_i, S_k) = S_i S_k(f) - S_k S_i(f) = 0 \qquad (i, k = 1, 2, \ldots, n).$$

En vertu du théorème rappelé, on a l'identité

$$(S_i, S_k) = \sum_\alpha \sum_\beta \begin{pmatrix} \alpha & \beta \\ i & k \end{pmatrix} v_{\alpha\beta}(f) \;\; (^1) \qquad (i, k = 1, 2, \ldots, n)$$

$\begin{pmatrix} \alpha & \beta \\ i & k \end{pmatrix}$ désignant une fonction de $x \ldots x_n$ facile à calculer. De là on déduit que les conditions cherchées peuvent prendre la forme

$$\text{(III')} \qquad \begin{pmatrix} \alpha & \beta \\ i & k \end{pmatrix} = 0 \qquad (\alpha, \beta, i, k = 1, 2, \ldots, n).$$

Ces conditions ne sont, d'ailleurs, pas toutes distinctes. Le système (III) est un système *invariant*. Ce résultat équivaut, au fond, à celui de M. Lipschitz, mais je ne puis le montrer dans cette courte Note.

» Comme conséquence intuitive du théorème établi au début, je signale encore ce fait connu. Si les équations (3) sont équivalentes au système de Lagrange, déduit d'une seconde forme T_1 (de la classe générale), forcément T et T_1 ne diffèrent que par un facteur constant, pourvu que le système (II) ne soit pas un système complet, condition dont on a vu la signification. »

---

(1) La sommation s'étend ici aux combinaisons des indices α et β.

GÉODÉSIE. — *Détermination de l'intensité relative de la pesanteur, faite à Joal* (¹) *(Sénégal) par la mission chargée par le Bureau des Longitudes d'observer l'éclipse totale de Soleil du* 16 *avril* 1893. Note de M. G. BIGOURDAN, communiquée par M. Bouquet de la Grye.

« Les observations ont été faites au moyen d'un appareil de M. le commandant Defforges, identique à celui employé par le Service géographique de l'armée, et que M. le général Derrécagaix avait bien voulu mettre à notre disposition.

» Cet appareil, dont toutes les parties ont toujours bien fonctionné, se compose essentiellement d'un pendule du type dit *réversible inversable*, oscillant dans le vide.

» Avec ce pendule, on élimine diverses causes d'erreur en faisant occuper successivement au centre de gravité, dans le corps oscillant, deux positions symétriques par rapport au centre de figure, sans d'ailleurs changer la forme extérieure du pendule.

» Il était indispensable de se mettre à l'abri des grandes variations de température et notamment de celles qui, sur le littoral sénégalais, se produisent subitement (à l'arrivée de la brise de mer) à peu près tous les jours de la saison sèche. Pour cela, nous avons, à défaut de cave, construit une sorte de chambre à doubles parois, avec des nattes, de la paille, etc., et dans laquelle la variation diurne de la température n'a pas atteint 2°, c'est-à-dire le dixième de celle de l'extérieur.

» Deux séries d'observations faites à l'Observatoire de Paris, l'une avant le départ et l'autre après le retour, ont montré que, pendant le voyage, le pendule oscillant n'a subi aucun changement. En outre, ces deux séries ont donné, pour la durée d'oscillation du pendule considéré, à 15°, $0^s,7111464$ (Observatoire de Paris, tour de l'Est, rez-de-chaussée sur la cour du Nord).

» A Joal, au lieu d'une seule détermination complète, nous en avons fait quatre, afin de pouvoir juger, par leur concordance, de l'erreur que comporte la moyenne. Ces quatre déterminations, faites du 1^{er} au

(¹) Coordonnées géographiques du point d'observation :

Longitude ouest de Paris......	$1^h 16^m 40^s$
Latitude nord................	$14° 9' 22'', 1$

10 mars 1893 et du 30 mars au 2 avril, ont donné, pour le même pendule, à la température de 15°, les quatre valeurs suivantes de la durée d'oscillation :

$$\begin{array}{l} \overset{s}{0},712.0801 \\ 0,712.0770 \\ 0,712.0788 \\ 0,712.0747 \end{array}$$

» En adoptant pour Paris la valeur $g = 9,81.000$, on déduit de là pour Joal les valeurs individuelles suivantes de l'intensité de la pesanteur (altitude : 3^{m}) :

$$\begin{array}{rl} g = & 9,78429 \\ & 9,78438 \\ & 9,78433 \\ & 9,78444 \\ \hline \text{Moyenne} \ldots\ldots & 9,78436 \pm 3 \text{ unités du dernier ordre.} \end{array}$$

» Réduit au niveau de la mer, ce nombre devient 9,78437.

» Ce résultat confirme cette loi énoncée récemment par M. Defforges (*Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 229), que *le littoral d'une même mer paraît posséder une pesanteur caractéristique dont la variation, le long de ce littoral, suit assez exactement la loi de Clairaut, ou du sinus carré de la latitude.* En effet, l'anomalie de la pesanteur à Joal et à Washington est respectivement + 27 et + 29 (en unités de la dernière décimale de g), tandis que sur le continent américain elle atteint − 243. »

PHYSIQUE. — *Sur les propriétés physiques du protoxyde d'azote pur.* Note de M. P. **Villard** (¹).

« I. On sait que le protoxyde d'azote, traité par des absorbants convenables, ne renferme que de l'air et surtout de l'azote; on peut le débarrasser de ces impuretés :

» 1° On prépare avec le gaz impur l'hydrate de protoxyde d'azote; ce composé, ainsi que je l'ai établi (*Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 646), est à peine décomposable au-dessous de 0° sous la pression ordinaire, ce qui permet de le manier facilement, et il peut fournir environ 200 fois son volume de gaz pur.

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

» 2° Un procédé plus rapide consiste à rectifier le protoxyde contenu dans un gazomètre, ou mieux, liquéfié dans un récipient en fer.

» Le gaz traverse d'abord des réactifs appropriés, contenus dans un long tube en verre résistant, ou en verre ordinaire enfermé dans un manchon en cuivre pour annuler l'effet de la pression; il sort de là privé des produits absorbables, et sec. On le dirige dans un premier tube de verre, où il est liquéfié par refroidissement. La pression s'élève progressivement, indiquant ainsi que l'atmosphère, surmontant le liquide, s'enrichit en azote; on laisse échapper de temps en temps ce mélange, puis on fait bouillir le protoxyde pour chasser la majeure partie des gaz dissous. Renversant alors le tube, on fait passer le liquide seul dans un tube définitif; les premières portions servent à laver les parois et sont rejetées; une ébullition prolongée achève la purification, et le tube est alors fermé.

» J'effectue toute cette opération dans un appareil rigoureusement hermétique, sans joints ni cuirs gras, les robinets eux-mêmes étant entièrement métalliques. En une seule fois, j'ai pu préparer ainsi environ 20^{gr} de protoxyde pur.

» Le liquide ainsi obtenu est exempt de gaz moins liquéfiables, car sa tension maxima est indépendante du volume de la vapeur, et une élévation de pression de quelques centimètres de mercure provoque la liquéfaction sans résidu. Le retard à l'ébullition peut aller jusqu'à 5^{atm}, et la température critique s'élève à près de 39°.

» Ces deux méthodes sont évidemment applicables à des gaz autres que le protoxyde d'azote.

» II. J'ai mesuré les densités du liquide et de sa vapeur saturée à diverses températures :

» 1° A 0°, j'ai employé un tube contenant environ 6^{gr} de gaz pesé directement; deux expériences donnaient deux relations du premier degré entre les densités cherchées.

» 2° Au-dessus de 0°, je me suis servi d'un long tube en U gradué renfermant du mercure, une colonne de liquide sans vapeur dans une branche, du liquide et de la vapeur dans l'autre. Il était facile de suivre la variation de volume du protoxyde liquéfié avec la température, sous sa tension maxima. En refroidissant un peu la seconde branche, une vaporisation partielle se produisait dans la première, ce qui permettait de calculer la densité de la vapeur par la mesure du volume de liquide vaporisé.

» 3° Les résultats ont été contrôlés au moyen d'un tube droit, gradué,

fixé sur l'appareil de M. Cailletet; on pouvait ainsi faire varier le volume à volonté et mesurer la pression.

» 4° La densité de vapeur a été enfin obtenue à l'aide d'un simple tube de Natterer rempli de telle sorte que, de — 20° à + 36°, la variation de volume du liquide fût une fonction pratiquement linéaire de la température, ce qui évitait des erreurs de mesure. Le poids du gaz était obtenu par pesée directe. Une équation du premier degré donnait alors la densité de vapeur en fonction de celle du liquide à la température considérée.

» Les résultats sont représentés par le Tableau suivant :

Température.	Densité du liquide.	Densité de la vapeur.
0°	0,9105	0,0870
5	0,885	0,099
10	0,856	0,114
17,5	0,804	0,146
26,5	0,720	0,207
32,9	0,640	0,274
34,9	0,605	0,305
36,3	0,572	0,338

» III. La température critique du protoxyde d'azote pur est notablement supérieure aux valeurs connues (35°,4 d'après M. Dewar, 36°,4 d'après M. Janssen). On peut construire des isothermes à partie rectiligne jusque vers + 39°; les courbes qui représentent les densités précédentes ou leurs inverses, c'est-à-dire les volumes spécifiques, se rejoignent vers ce point.

» J'ai constaté directement qu'à + 38°,8 et au-dessus il n'existe plus qu'un fluide homogène, en répétant avec le protoxyde pur l'expérience ingénieuse imaginée par MM. Cailletet et Colardeau (*Comptes rendus*, t. CVIII, p. 1280).

» Un tube en O de $4^{mm},5$ de diamètre intérieur contenait de l'acide sulfurique et du gaz liquéfié réuni dans l'une des branches : à + 38°,8 l'égalisation des niveaux a lieu si la température est uniforme; un refroidissement également uniforme amène dans les deux branches une condensation simultanée et absolument identique. Ce dernier phénomène s'obtient également avec un tube en U renversé à courbure capillaire sur une grande longueur afin de bien séparer le liquide et sa vapeur. Ce fait ne s'accorde pas avec les résultats obtenus par M. Ramsay et M. Kemma.

» Un calcul simple montre qu'un millième d'air en poids, distillant d'une branche dans l'autre par l'ébullition du liquide, suffit à produire une différence de près d'une atmosphère entre les pressions nécessaires pour obtenir la liquéfaction dans les deux parties de l'appareil.

» Il est à remarquer que cette égalisation des densités a lieu au-dessus de la température de disparition du ménisque, laquelle a lieu un peu avant 38°. Dans une récente Communication, M. Chappuis a montré qu'il en est de même pour l'égalisation des indices dans le cas de l'acide carbonique (*Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 976).

» J'admets donc que la température critique du protoxyde d'azote pur est 38°,8; les volume, densité et pression critiques sont alors respectivement

$$0,00436, \qquad 0,454, \qquad 77^{atm},5. \text{ »}$$

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la stabilité des solutions étendues de sublimé.* Note de M. **Léo Vignon**, présentée par M. Gautier.

« Les solutions aqueuses de sublimé au millième, préparées et conservées suivant des conditions qui ont été indiquées dans une Note précédente [1], subissent des altérations avec le temps.

» J'ai cherché à préciser les causes et le mécanisme de ces altérations par les expériences suivantes :

» 1. Du chlorure mercurique étant chauffé à l'étuve à 80°, pendant soixante heures, perd environ 4 pour 100 de son poids par sublimation; mais le résidu conserve une composition constante, correspondant à $HgCl^2$.

» 2. 25^{cc} de solution aqueuse de sublimé au millième, placés dans un cristallisoir, ont été évaporés, à la température ordinaire, sous une cloche dans laquelle on avait fait le vide. Après évaporation totale, on a observé que le résidu de chlorure mercurique cristallisé était complètement soluble dans 25^{cc} d'eau distillée. Cette solution, évaporée dans les mêmes conditions, a fourni un résidu soluble. L'expérience précédente répétée successivement quatre fois, a donné constamment les mêmes résultats. Donc, par l'évaporation de l'eau dissolvante, le chlorure mercurique ne subit pas de modification au point de vue de la solubilité.

» 3. 50^{cc} de solution aqueuse de sublimé au millième ont été placés

---

[1] *Comptes rendus*, 4 décembre 1893.

dans un verre à expériences posé sur une plaque de verre plane, puis recouvert d'une cloche rodée et lutée. On a fait le vide dans cette cloche et on l'a remplie d'air privé, par filtration et par lavages, de poussière et d'ammoniaque. La solution de sublimé s'est conservée pendant soixante jours sans laisser déposer aucun précipité.

» Les expériences qui précèdent montrent que les solutions de sublimé au millième sont stables, à la température ordinaire, en présence de l'air pur, privé de poussières et d'ammoniaque.

» Reprenant l'étude des solutions abandonnées au contact de l'air ordinaire, en vases ouverts ou incomplètement clos, j'ai constaté par des expériences multiples que les altérations de ces solutions se produisaient toujours, mais avec des vitesses et des intensités variables suivant les conditions de leur exposition.

» Pour des solutions identiques, placées dans le même lieu, les altérations varient suivant l'état de la surface des solutions par rapport à l'atmosphère.

» 4. Trois solutions de 100^{cc} de sublimé au millième, étant placées dans des verres à expériences, ont présenté les altérations suivantes, pendant le même temps :

	$HgCl^2$.
Type	0,100
1. Surface libre	0,092
2. Surface protégée par une plaque de verre	0,097
3. Surface protégée par une feuille de papier à filtrer.	0,094

» L'ensemble de ces résultats conduit à attribuer une influence prépondérante à l'action de l'air et de tous les éléments qu'il renferme sur les altérations des solutions étendues de sublimé.

» M. Tanret a signalé déjà l'action des vapeurs ammoniacales introduites artificiellement dans l'air se trouvant au contact de ces solutions.

» Toute autre matière alcaline devra agir comme l'ammoniaque, que cette matière soit apportée par l'eau, l'air, ou les récipients en verre renfermant les solutions étendues de sublimé.

» Nous avons effectué une série d'expériences pour déterminer l'action précipitante de la soude, du carbonate de sodium, de l'ammoniaque, sur les solutions étendues de sublimé. Ces réactifs ont été employés en quantité insuffisante pour amener la précipitation de la totalité du mercure.

» Nous avons pris pour 1 molécule $HgCl^2$ successivement $\frac{1}{10}$ de molécule de $NaOH$, CO^3Na^2, AzH^3.

» Les précipitations obtenues ont présenté un double caractère :

» 1° Elles sont irrégulières au point de vue de la vitesse et de l'état du précipité : tantôt elles sont presque immédiates, tantôt elles demandent plusieurs heures. Le précipité est tantôt compact et dense, tantôt il est très divisé et reste en suspension;

» 2° La quantité de mercure précipité est toujours supérieure au nombre indiqué par la théorie. Elle augmente avec le temps.

» Ce dernier fait est dû à la formation d'oxychlorures ou de chloramidures riches en mercure.

» Il suffit donc, en somme, d'une quantité limitée de matière alcaline, et en particulier d'ammoniaque, pour amener la précipitation d'une proportion relativement considérable de mercure.

» En résumé, les altérations qui se produisent avec le temps, dans les solutions étendues de sublimé, sont dues principalement à l'apport de matières alcalines, soit par l'eau ayant servi à préparer la solution, soit par l'air, soit par les récipients de verre contenant les solutions. Il faut à ces actions ajouter l'influence de poussières ou de corps organiques, dont le contact, produisant la réduction de l'oxyde mercurique, vient faciliter encore la précipitation du mercure. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la fonction chimique et la constitution de l'acide éthylacétylacétique.* Note de M. DE FORCRAND.

« J'ai montré précédemment comment on peut admettre, pour la chaleur de dissolution du dérivé sodé de l'acide éthylacétylacétique, le nombre $+4^{Cal},39$.

» L'étude thermique de ce composé sera complète lorsque j'aurai donné les deux résultats suivants :

Chaleur de dissolution de l'acide dans 2^{lit}	$+1^{Cal},25$
Chaleur de neutralisation par la soude étendue	$+7^{Cal},32$ (¹)

» Ces trois nombres permettent de calculer les réactions suivantes :

$C^6H^{10}O^3$ liq. + Na sol. = H gaz + $C^6H^9NaO^3$ sol.	+47,26
$C^6H^{10}O^3$ liq. + NaOH sol. = H^2O sol. + $C^6H^9NaO^3$ sol.	+16,39

(¹) Résultat contrôlé par l'addition d'acide sulfurique étendu à la liqueur, ce qui donne $+8^{Cal},62$ (au lieu de $+15,85-7,32=+8,53$); j'ai obtenu le même nombre en ajoutant l'acide sulfurique à la dissolution du sel solide.

» Prenons la première de ces valeurs comme mesure de l'acidité du composé liquide $(+47,26)$.

» Elle est plus faible que toutes celles fournies par les acides véritables. Il ne s'agit donc pas d'une fonction acide qui donnerait un nombre plus élevé de plusieurs calories.

» Il semble aussi que la formule $CH^3\text{-}CONa=CH\text{-}COOC^2H^5$ doit être écartée, car elle paraît être celle d'un alcool tertiaire qui devrait fournir seulement $+28^{Cal}$.

» Il est vrai que le carboxyle qui se trouve à côté de la fonction salifiée apporte et conserve, même après son éthérification, tout son oxygène, lequel pourrait, d'après certaines théories, exagérer l'acidité des fonctions voisines; mais on sait aujourd'hui que cette influence est à peu près annulée par l'éthérification.

» Il est vrai aussi que le nombre obtenu serait plus faible rapporté à l'état solide du composé primitif. Mais il est impossible d'admettre pour sa chaleur de fusion une valeur de près de 20^{Cal} pour amener le nombre $+47,26$ au voisinage de $+28^{Cal}$. D'après ce que l'on sait sur les acides gras, on peut par analogie évaluer à 7^{Cal} ou 8^{Cal} seulement cette chaleur de fusion, ce qui donnerait à la fonction la valeur $+39^{Cal}$ à 40^{Cal} rapportée à l'état solide.

» Ce raisonnement amènerait donc, par élimination, à confirmer les formules primitivement admises :

$$\begin{array}{l} CH^3 \\ | \\ CO \\ | \\ CH^2 \\ | \\ CO\text{-}O\text{-}C^2H^5 \end{array} \quad \text{et} \quad \begin{array}{l} CH^3 \\ | \\ CO \\ | \\ CHNa \\ | \\ CO\text{-}O\text{-}C^2H^5 \end{array}$$

qui donnent au composé dont il s'agit une fonction de cétone, bien que beaucoup de faits d'ordre chimique contredisent cette interprétation.

» J'aurais voulu la discuter de plus près en préparant une acétone sodée pure et déterminant la valeur de la fonction cétonique.

» Bien que la préparation de l'acétone sodée ait été plusieurs fois décrite, je n'ai pu réussir encore à l'obtenir pure. Non seulement ce corps est extrêmement altérable à l'air, mais l'acétone a certainement très peu d'affinité pour le sodium; de plus, dans toute réaction directe, l'hydrogène réduit une forte proportion de l'acétone employée, ainsi qu'on l'a fait remarquer à plusieurs reprises. Tout ce que l'on sait sur ce sujet se réduit donc à deux points :

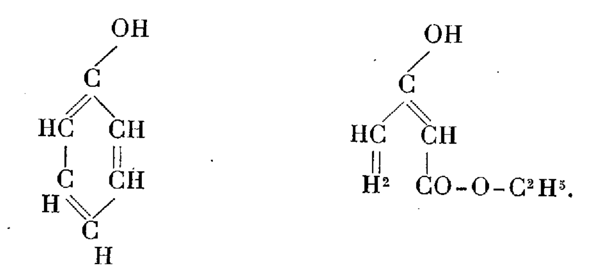
» 1° La valeur thermique des acétones est inférieure à celle des alcools primaires ($+ 32^{Cal}$), car ces corps ne déplacent pas ces alcools dans les alcoolates;

» 2° La chaleur de neutralisation (1 molécule d'acétone et 1 molécule de soude pour 2^{lit}) est nulle.

» Ces deux faits suffisent pour faire écarter la conclusion à laquelle nous arrivions. Il paraît certain que l'acide éthylacétylacétique n'a pas une fonction cétonique. Au contraire, on ne peut pas ne pas comparer les résultats qu'il donne avec ceux fournis par le phénol.

Phénol ordinaire.		Acide éthylacétylacétique.	
Composé solide + Na......	+39,1	Composé solide + Na.	+39 à +40 env.
Chaleur de neutralisation..	+ 7,96	Chaleur de neutralis.	+7,32

» Un rapprochement entre ces deux composés ne me paraît pas impossible. Les deux formules suivantes le montrent :



» Il suffirait d'admettre que la cause de l'acidité particulière des phénols n'est pas tant la fermeture de la chaîne hydrocarbonée que le mode de liaison du carbone hydroxylé. Le véritable caractère de la fonction phénolique serait dû à ce que ce carbone hydroxylé est uni d'un côté par une liaison simple, de l'autre par une liaison double, à d'autres radicaux carbonés; en cela seulement les phénols seraient différents des autres alcools tertiaires dans lesquels le carbone hydroxylé ne possède que des liaisons simples et qui sont beaucoup moins acides.

» En d'autres termes, l'acide éthylacétylacétique serait un phénol à chaîne ouverte, possédant le caractère fondamental des phénols et présentant, comme tous ces corps, cette acidité intermédiaire entre les acides véritables et les alcools, qui conduisent à assimiler ces composés à des acides et leurs dérivés métalliques à des sels. La valeur phénolique $+39^{Cal}$ est, en effet, intermédiaire entre celle des alcools (+28 à +32) et celle des acides (+50,17 acide acétique).

» Ces résultats confirment donc les expériences qui montrent que ce corps n'est ni un acide ni une acétone; c'est bien un alcool tertiaire, mais d'une nature spéciale et à caractère phénolique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude comparée des acides nitrobenzoïques isomériques.* Note de M. **Oechsner de Coninck.**

« J'ai indiqué, dans une précédente Note (séance du 26 février 1894, p. 471), les quantités (α) des trois acides nitrobenzoïques qui se dissolvent au bout de deux heures dans 10^{cc} d'eau distillée pour des températures voisines de 20°.

» Voici les résultats que j'ai obtenus en déterminant ces mêmes coefficients de solubilité relative (α) pour les trois isomères, à des températures inférieures ou sensiblement égales à la température ordinaire :

Acide orthonitrobenzoïque.

T.	α.
°	gr
+ 7,0	0,0516
+ 7,2	0,0520
+ 9,0	0,0530
+ 9,2	0,0528
+ 9,4	0,0526
+ 9,8	0,0530
+10,3	0,0530
+10,9	0,0530
+11,7	0,0534
+12,0	0,0540

ce qui donne les moyennes suivantes :

à + 7°,1............ α = 0^{gr},0518
à + 9,3............ α = 0,0528
à +11,2............ α = 0,0533

Acide métanitrobenzoïque.

T.	α.
°	gr
+11,9	0,0267
+12,0	0,0268
+11,8	0,0268

» La température moyenne étant $+11^\circ,9$, on a pour coefficient moyen $\alpha = 0,0268$.

Acide paranitrobenzoïque.

T.	α.
°	gr
+12,3	0,0025
+12,4	0,0025
+12,0	0,0023

» Pour la température moyenne de $+12^\circ,2$, on a le coefficient moyen $\alpha = 0,0024$.

» *Action des réactifs.* — J'ai étudié méthodiquement l'action de quelques acides minéraux, de quelques bases et d'un certain nombre de sels sur les isomères nitrobenzoïques, comme je l'avais fait pour les acides amidobenzoïques (*Comptes rendus*, 1^{er} semestre 1892).

» *Action de l'acide sulfurique.* — Si l'on chauffe légèrement quelques centigrammes de l'isomère *ortho* avec 2^{cc} d'acide sulfurique ordinaire, l'acide organique est rapidement charbonné. Chauffe-t-on les mêmes poids d'isomères *méta* et *para* avec 4^{cc} (soit le double) de SO^4H^2, il y a dissolution pure et simple, et les liqueurs tantôt restent incolores, tantôt deviennent ambrées.

» On remarquera : 1° que, dans cette expérience, les isomères *méta* et *para*-nitro-benzoïques se rapprochent par leur stabilité; 2° que, dans la série des acides amido-benzoïques, l'isomère *ortho* est aussi le moins stable vis-à-vis de SO^4H^2.

» *Action de l'acide azotique ordinaire.* — On chauffe progressivement quelques centigrammes des trois isomères avec 2^{cc} à 3^{cc} d'AzO^3H concentré ordinaire; l'isomère *ortho* se dissout totalement sans coloration; l'isomère *méta* se dissout intégralement avec légère coloration jaunâtre; l'isomère *para* se dissout partiellement, la liqueur se colore faiblement en jaune.

» Ici, l'isomère *méta* se rapproche de l'*ortho*. De plus, cette réaction, très simple, différencie nettement les acides nitro- d'avec les acides amidobenzoïques, qui se dissolvent tous les trois en rouge grenat dans AzO^3H concentré.

» *Action de l'acide azotique fumant.* — Elle ressemble beaucoup à celle de l'acide nitrique ordinaire; toutefois, à chaud, les trois isomères nitrobenzoïques se dissolvent intégralement.

» Je poursuis cette étude comparée. »

ZOOLOGIE. — *Les Diptères parasites des Acridiens : les Muscides vivipares à larves sarcophages. — Apténie et castration parasitaire.* Note de M. J. **Künckel d'Herculais**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Parmi les Diptères, l'innombrable famille des Muscides fournit son contingent d'ennemis des Sauterelles, s'attaquant, les uns aux Insectes eux-mêmes, les autres aux œufs qu'ils déposent dans le sol; non contents de jouer un rôle bienfaisant en contribuant pour une large part à arrêter la multiplication des Acridiens, ils offrent des particularités biologiques et ont des attributions physiologiques qui méritent d'être consignées.

» Nous nous occuperons tout d'abord des Muscides acridophages.

» Lors de la grande invasion, dans le nord de l'Afrique, des Criquets pèlerins en 1866, on constate sur différents points de l'Algérie (subdivisions militaires d'Aumale et de Médéah) l'existence de larves de Mouches dans un certain nombre de ces Insectes (1). En 1889, l'invasion considérable des Stauronotes marocains donne l'occasion de faire de nouvelles observations dans le département de Constantine, en territoire civil comme en territoire militaire; moi-même je trouve autour de Constantine, assiégés par les Acridiens, quantité de Stauronotes et d'autres espèces contaminés; mais ce n'est qu'en 1890, à Teniet-el-Haad (département d'Alger), que je puis faire des études méthodiques. Comme l'année précédente, j'observe partout où les bandes de Criquets, échappant à la destruction, ont acquis leurs ailes, que de nombreux individus se traînent au milieu des chaumes sans avoir pu suivre leurs compagnons, dont les vols parcourent l'espace. J'en fait recueillir des sacs; quelques jours après, au fond de ces sacs, grouillent des centaines de larves. Si la statistique en 1889 (2) donne 65 pour 100 de Criquets retardataires parasités; celle que je fais en 1890 accuse 75 pour 100, et l'autopsie révèle que chaque Stauronote contient une, deux, trois larves de Muscide.

---

(1) Lettre du général de division commandant la province d'Alger (général de Wimpffen) à M. le Maréchal gouverneur de l'Algérie (maréchal de Mac-Mahon); 25 juillet et 5 août 1866. Enregist. nos 2541 et 2776.

(2) Statistique dressée sur mon initiative, par les soins de M. L. Tardieu, administrateur de la commune mixte des R'hiras (département de Constantine). Observations de M. Chartrousse, administrateur adjoint.

» Ces larves se cachèrent immédiatement, pour se transformer en pupe, dans la terre mise à leur disposition; 8 à 10 jours après, elles donnèrent naissance à *Sarcophaga clathrata*, Meigen ([1]).

» Cette Muscide est fort répandue en Algérie; je l'ai élevée de larves provenant aussi bien du *Stauronotus Maroccanus* que de l'*Acridium Ægyptium*, et d'autres espèces indigènes; mais elle n'est pas la seule qui, dans cette contrée, soit parasite des Acridiens; j'ai vu sortir : des Stauronotes, des larves qui se sont métamorphosées en *Sarcophaga atropos*, Meigen, *S. cruentata*, Meigen, *S. nurus*, Rondani; des Criquets pèlerins, des larves d'où sont éclos *S.* (*Agria*) *affinis*, Fallen et également *S. nurus* ([2]); cette dernière est aussi une espèce commune.

» Les larves des Sarcophages parasites sont admirablement adaptées pour passer leur existence dans la cavité générale de leurs hôtes et diffèrent notablement de celles qui vivent à l'air libre dans les cadavres, de celles de la *S. carnaria*, Linné, par exemple; elles n'ont ni la forme, ni l'aspect extérieur des vulgaires asticots ([3]); les stigmates postérieurs situés sur le dernier anneau de l'abdomen sont placés au fond d'une cavité que peuvent fermer plus ou moins une lèvre inférieure et deux lèvres supérieures; ils se composent, chez les larves ayant acquis toute leur taille, de trois paires de fentes obliques (*fig.* 20, *b* et *c*). Les dispositions des organes externes de la respiration sont à elles seules suffisamment caractéristiques pour motiver la séparation des Sarcophages parasites de leurs congénères.

» Les mœurs des adultes ne sont pas moins spéciales. Les Mouches vivipares suivent les bandes de Criquets en les harcelant sans cesse. Pourquoi? Armé de patience, on peut parfois surprendre une femelle introduisant son oviducte recourbé entre les pièces anales de la victime qu'elle a choisie pour y déposer une petite larve, ceinturée de plusieurs

---

([1]) *Bull. de la Soc. d'Agr. d'Alger*, 34e année. *Bull.* n° 103, 1891, p. 47 (séance du 15 mai 1891). *Dépêche algérienne*, n° 2111, 19 mai 1891.

([2]) Une première détermination a été faite d'après les types de Meigen et de Macquart conservés dans les collections du Muséum; une deuxième détermination indépendante, qui a servi de contrôle à celle-ci, a été demandée à M. le Dr R.-H. Meade, de Bradford, fort entendu dans la connaissance des Muscides; je lui adresse ici tous mes remercîments. J. KUNCKEL D'HERCULAIS, *Les invasions des Acridiens*, vulgo *Sauterelles, en Algérie*. Pl. J. *S. clathrata*, larve et adulte, *fig.* 20 à 22; *S. nurus*, *fig.* 23; *S. affinis*, *fig.* 24.

([3]) *Loc. cit.*, Pl. I, *fig.* 20, *a*, *b* et *c*.

rangs de spinules, qui saura s'ouvrir une voie pour pénétrer dans le corps de l'insecte devant lui fournir le gîte et le couvert.

» Le parasitisme, par ses conséquences physiologiques, a une importance capitale, car, chez les Acridiens, il abolit la locomotion aérienne et supprime les facultés génésiques. En absorbant pour leur propre respiration l'oxygène dissous dans le plasma sanguin de leur hôte, en dévorant le tissu adipeux dans lequel cet hôte doit puiser les principes constitutifs des éléments organiques de nouvelle formation, les larves de Sarcophages sont cause d'une insuffisance générale de la nutrition des tissus; elles frappent d'impuissance les muscles élévateurs et abaisseurs des élytres et des ailes qui demeurent faibles et incapables d'une action continue; elles entraînent l'atrophie des organes internes de la reproduction. L'intensité des arrêts de développement et des atrophies est, on le conçoit, proportionnel au nombre de larves que contient la cavité générale; mais, de toute façon, les Acridiens parasites périssent aussitôt que les larves de Muscides les ont quittés; la sortie, s'effectuant par les points de jonction de la tête et du thorax, ou du thorax et de l'abdomen, par les cavités tympaniques ou les intervalles des anneaux abdominaux, est toujours accompagnée de lésions mortelles.

» La présence des larves de Sarcophages détermine donc, par une sorte de rachitisme, chez les Acridiens l'*apténie* (ἀπτήν, qui ne vole pas), suivant un néologisme qu'il me semble utile de créer, et la *castration parasitaire*, suivant l'heureuse expression de M. le Professeur A. Giard ([1]).

» A la liste, déjà longue, des parasites *gonotomes*, donnée par ce naturaliste, il faudra ajouter les larves de Diptères entomobies. »

BOTANIQUE. — *Sur la fixité des races dans le Champignon de couche.* Note de MM. **Costantin** et **L. Matruchot**, présentée par M. Duchartre.

« Les champignonnistes savent depuis longtemps qu'il existe un grand nombre de variétés du Champignon de couche. Elles ont des caractères

([1]) A. Giard, *La castration parasitaire et son influence sur les caractères extérieurs chez les Crustacés décapodes* (*Bull. sc. du Départ. du Nord*, 2e série, 10e année, 1887, nos 1 et 2, p. 1). — *La castration parasitaire. Nouvelles recherches* (*Bull. sc. de la France et de la Belgique*, 3e série, t. XIX, vol. I; 1888, p. 12 et suivantes). — Voir aussi les Mémoires subséquents sur le même sujet.

assez nets pour que certains praticiens se prétendent capables de reconnaître leurs Champignons au milieu des cinq cents paniers qui arrivent journellement sur le marché des Halles. Ils distinguent ces variétés à la couleur, à la présence ou à l'absence d'écailles, à certaines taches circulaires lie-de-vin, à la coloration sanguine, au toucher, etc.

» Quelle est la valeur botanique de ces variétés? Dans quelles limites sont-elles fixées? C'est ce qu'actuellement personne ne saurait dire. Aucun champignonniste ne peut, en effet, cultiver indéfiniment une variété déterminée : au bout de trois cultures successives, en moyenne, la vitalité du blanc diminue, et ce serait s'exposer à des pertes sérieuses que de vouloir conserver trop longtemps un Champignon donné.

» Les praticiens savent bien, par contre, que pendant les cultures successives faites avec un blanc déterminé, le Champignon récolté se conserve toujours avec un grand nombre de caractères constants. Ce fait n'a rien qui doive surprendre; car, dans leurs procédés culturaux, ils ne font que *bouturer* le blanc : or, comme l'on sait, c'est par bouturage que les jardiniers et les horticulteurs arrivent à conserver certaines variétés, qui ne sont définies, cependant, que par les caractères les plus délicats et les plus fugaces (parfum ou saveur d'un fruit, etc.).

» L'expérience séculaire des champignonnistes ne prouve donc en aucune façon la fixité des races du Champignon de couche. Elle établit seulement ce point, que, si le blanc se perpétue, c'est toujours le même produit qu'on récolte.

» La fixité des caractères définissant une variété est-elle aussi grande lorsque, au lieu de bouturer le blanc, on reproduit le Champignon par spores? Ce problème, qui offre un intérêt théorique et qui peut avoir pratiquement une certaine portée, nous a paru mériter un examen approfondi. La méthode de culture à partir de la spore, que nous avons décrite antérieurement et qui est actuellement étayée par des centaines d'expériences heureuses, nous permettait d'aborder l'étude de la question précédente.

» Nous avons, dans ce but, cherché à nous procurer les Champignons les plus divers, appartenant aux variétés les plus caractérisées. La germination de leurs spores nous a fourni le blanc pur et vierge de *vingt* races distinctes, que nous avons actuellement en expérience. La culture complète d'un Champignon, depuis la spore jusqu'à la fin de la récolte, exigeant *six à sept mois*, nous n'avons pu encore, faute de temps, obtenir de renseignements complets que sur cinq variétés. Les résultats constants que

nous avons obtenus, et cela à diverses reprises, nous paraissent mériter d'être connus.

» Les Champignons des cinq variétés qui nous ont fourni les spores étaient caractérisés de la manière suivante :

» 1° *Variété a :* chapeau blond clair, à grosses écailles peu nombreuses, recouvertes d'un voile léger, blanc, persistant.

» 2° *Variété b :* chapeau blond foncé, non écailleux, seulement fibrilleux, se divisant parfois en mèches sur les bords, à voile blanc, fugace.

» 3° *Variété c :* chapeau entièrement blanc, légèrement écailleux.

» 4° *Variété d :* chapeau d'un beau blanc, fibrilleux.

» 5° *Variété e :* chapeau blond, à écailles brunâtres très nombreuses.

» En lardant le blanc vierge obtenu par notre méthode appliquée à ces cinq variétés, nous avons récolté :

la variété *a* à 6 reprises différentes,
la variété *b* à 6 »
la variété *c* à 2 »
la variété *d* à 2 »
la variété *e* à 2 »

» Dans tous ces essais, les caractères de races que nous avons indiqués brièvement se sont maintenus avec une fixité remarquable. Les champignonnistes qui nous avaient fourni les échantillons n'ont pas hésité à reconnaître nos produits comme identiques à ceux qui avaient servi de point de départ.

» On voit donc que *la couleur du chapeau, son aspect écailleux ou fibrilleux, la présence d'un voile plus ou moins persistant, sont des caractères héréditaires,* d'une stabilité que rien jusqu'ici ne laissait prévoir.

» A côté de ces caractères constants, nous en avons noté d'autres, qui sont variables, par exemple la taille et la consistance du Champignon, la grandeur relative du pied et du chapeau. Mais nous devons dire que ces variations s'observent également dans la culture par bouturage du blanc. L'instabilité de ces caractères paraît tenir à diverses causes encore mal connues, telles que la température ambiante (culture au dehors à température basse et variable, culture en carrières à température moyenne et constante), le renouvellement de l'air, la nature du fumier, etc.

» De ce qui précède, il ressort donc ce point important qu'à l'avenir on pourra sélectionner les races de culture du *Psalliota,* et en particulier faire surtout porter la sélection sur les races à chapeau blanc, que les cham-

pignonnistes recherchent plus volontiers. Il y a même lieu de penser que ces choix successifs longuement poursuivis arriveront à rendre, peu à peu, plus parfaits les produits obtenus, comme il en a été dans la sélection de nombre de plantes cultivées. »

GÉOLOGIE. — *Remarque relative à une récente Communication de M.* Issel *sur les tremblements de terre de l'île de Zante.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« Je demande la permission de faire remarquer comment une récente Communication de M. Arturo Issel sur les tremblements de terre éprouvés en 1893 par l'île de Zante (¹) renferme une série de détails qui viennent confirmer la théorie sismique que j'ai antérieurement exposée (²).

» Dans cette manière de voir, la puissance mécanique subitement développée, dans les profondeurs de la croûte terrestre, résulte de l'évaporation brusque et peut-être de la dissociation d'eau précipitée verticalement dans les régions très chaudes, sous la forme de l'humidité qui imprègne des blocs rocheux s'écroulant sur les parois des grandes failles.

» Les conditions géologiques des pays à tremblements de terre, toujours situés en des zones disloquées, s'accommodent de cette hypothèse qui explique aussi la soudaineté des chocs et des secousses, l'inégale énergie des chocs successifs et les intervalles inégaux qui les séparent, leur multiplicité, qui peut être considérable dans le même lieu en un temps fort court, et le déplacement progressif du centre d'ébranlement, qui peut cheminer le long des lignes de failles comme si des tiraillements s'y propageaient avec leur cortège de désagrégations et de crevassements.

» On peut même ajouter que le mode bien connu d'ouverture des failles et la présence constante entre leurs lèvres de fragments rocheux que la pesanteur y fait tomber rendent inévitable la réalisation dans les profondeurs du mécanisme qui vient d'être rappelé.

» Or, en lisant les descriptions de M. Issel, on retrouve tous les caractères qui doivent nécessairement accompagner, si elle est réelle, la précipitation de blocs rocheux dans le vide des failles et l'explosion subite de l'eau dont ils étaient imprégnés. C'est ainsi que les secousses normales

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 374.
(²) *Ibid.*, t. XCII, p. 1230.

semblaient toutes produites par *une cause commune* agissant au-dessous d'un point situé en mer, au sud-ouest de l'île, à quelques kilomètres du cap Kerri. C'est ainsi que les détonations, semblables à des coups de canon et ressemblant quelquefois aussi *au fracas* des bulles de gaz qui éclatent dans les cratères volcaniques, étaient très nombreuses avant et après les grandes secousses. C'est ainsi, enfin et surtout, que les chocs ressemblaient à l'effet produit *par la chûte d'un corps lourd sur un sol un peu élastique et mou.* L'un de ces chocs a été signalé le 31 janvier *un peu avant la première grande secousse*, etc. »

M. d'Abbadie offre, de la part de M. *Vénukoff*, le Volume LI des « Mémoires de la Section topographique de l'État-Major général russe ». Ce Volume, entre autres choses concernant la Géodésie, contient les résultats d'une mesure de base géodésique, non par des barres bimétalliques comme chez nous, mais au moyen de deux fils d'acier nickelé, légèrement tordus et formant un double fil long de 25^{m}. Ce fil était suspendu entre deux colonnes verticales et tendu, avec une force constante, par un dynamomètre. On tenait compte, par le calcul, du raccourcissement causé par le poids de ce double fil et l'on obtenait ainsi la vraie distance horizontale entre les deux points d'appui. Sur $9822^{m},30416$ de longueur totale de la base de Maloskowitz (Gouvernement de Saint-Pétersbourg) on ne trouva qu'une petite erreur de $2^{mm},03$, car en *allant* la mesure donna $9822^{m},30213$ et au *retour* on eut $9822^{m},30618$: différence $= 4^{mm},05$.

L'appareil, dont l'auteur est M. Edérine, avant d'être porté sur le terrain, était examiné dans un manège, où les changements de température étaient produits artificiellement dans les limites de $+12°,9$ à $+22°,5$ centigrades correspondant à la réalité des choses dans le pays. On mesurait la longueur du double fil aux divers degrés du thermomètre, en la comparant avec une règle de fer longue de $2^{m},5$; et l'on dressait ainsi une table des corrections à introduire dans les longueurs mesurées plus tard pendant les opérations sur le terrain.

L'appareil Edérine, comparé d'abord avec la toise et le mètre par la mesure de la base fondamentale de Poulkowa où il s'est montré bien exact, ne servait d'ailleurs que pour mesurer un côté d'un triangle dont la longueur était connue d'avance, par le calcul de la triangulation entière. La différence des résultats de ce calcul et de la mesure directe était presque nulle.

Se méfiant d'abord de la méthode Edérine, la direction des travaux géodésiques en Russie a invité cet honorable savant suédois à travailler sur le terrain avec des géodésiens russes, élèves de W. et O. Struve. Puis elle a confié la rédaction du rapport général sur la marche et les résultats de ces travaux non aux exécuteurs du mesurage, mais à une autre personne, M. Bonsdorf, qui est un géodésien expérimenté. C'est par ce rapport que nous apprenons maintenant la valeur de la méthode Edérine : elle a permis dans le cours de 7 *jours* (5.... 11 août 1888) de mesurer une base de $9\frac{5}{6}$ kilomètres, aller et retour, c'est-à-dire en parcourant la distance de 1964 kilomètres.

D'autres articles du même Volume LI des « Mémoires de la Section topographique » contiennent de nombreuses données numériques sur les positions géographiques de quelques centaines de lieux en Russie, en Sibérie et au Turkestan. Il y a aussi beaucoup d'altitudes. Un travail est consacré aux recherches préliminaires sur les attractions locales dans les environs de Moscou, car on désire vérifier les résultats naguère obtenus par M. Schweitzer.

M. **Hue** adresse un Mémoire relatif à la loi qui donne l'intensité d'un courant électrique dans un conducteur quelconque.

M. **Em. Delaurier** adresse un Mémoire sur un « Monocycle à balancier ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de dresser une liste de candidats pour remplir la place d'Académicien libre laissée vacante par le décès de M. le général *Favé* présente la liste suivante :

En première ligne. . . . . M. **Laussedat**.

En seconde ligne et par ordre alphabétique. . . . . M. **Ad. Carnot**. M. **Lauth**. M. **de Romilly**. M. **Rouché**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 4 heures et demie.

J. B.

ERRATA.

(Séance du 7 mai 1894.)

Note de M. *Th. Schlœsing* fils, Sur la fabrication des produits riches en nicotine :

Page 1054, ligne 18, *au lieu de* masse, *lisez* mousse.
Page 1055, ligne 29, *au lieu de* alcaloïdes, *lisez* alcaloïde.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 MAI 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur le triméthylène et sur le propylène et sur une nouvelle classe de carbures d'hydrogène; l'isomérie dynamique;* par M. **Berthelot**.

« Le triméthylène et le propylène, gaz isomériques répondant à la formule C^3H^6, diffèrent par leur chaleur de formation depuis les éléments, carbone (diamant) et hydrogène, soit $-9^{Cal},4$ pour le propylène et $-17^{Cal},1$ pour le triméthylène (¹), c'est-à-dire un excès d'énergie de $+7^{Cal},7$ en faveur de ce dernier. Ils forment d'ailleurs des composés isomériques : bromures, sulfates, alcools, etc., et la chaleur de formation

(¹) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6ᵉ série, t. XXX, p. 560-564.

de ces derniers depuis les éléments est au contraire bien plus voisine et presque la même; soit pour les bromures, comme il va être dit :

$$C^3 \text{ (diamant)} + H^6 + Br^2 \text{ (liquide)} = C^3H^6Br^2 \text{ (liquide)}.$$

Triméthylène........................	$+21^{Cal},4$
Propylène	$+19^{Cal},7$

» Pour les sulfates (dissous dans l'acide sulfurique),

$$2(C^3 + H^6) + 3SO^4H^2 \text{ liquide} = SO^4(C^3H^7)^2 + 2SO^4H^2,$$

Triméthylène.............	$+8^{Cal},4 \times 2 = 16,8$
Propylène	$+7^{Cal},3 \times 2 = 14,6$

» Pour les alcools, d'après les chaleurs de combustion déterminées par M. Louguinine (¹) : $C^3 + H^8 + O = C^3H^8O$ liquide.

Alcool propylique normal (dérivé du triméthylène)......	$+78^{Cal},6$
Alcool isopropylique (dérivé du propylène)............	$+80^{Cal},6$ (²)

» Ces divers groupes de dérivés isomériques ont donc des chaleurs de formation très voisines, conformément à une loi générale que j'ai signalée pour les corps isomères de même fonction chimique; tandis qu'il en est autrement des deux carbures isomères générateurs : cette différence mérite une attention particulière, j'y reviendrai tout à l'heure. Mais, auparavant, je crois utile de donner le détail des expériences à l'aide desquelles je suis arrivé aux valeurs précédentes.

» 1. *Bromure de propylène.* — On dirige un courant régulier de propylène pur, dans un tube contenant du brome, sous une couche d'eau; le tout pesé, puis immergé dans un calorimètre. Un petit tube pesé, renfermant de la potasse solide, mouillée à sa partie inférieure, est placé à la suite, en dehors du calorimètre; de façon à recueillir les vapeurs de brome entraînées.

» Dans ces conditions, le propylène est absorbé complètement, ou à peu près, par le brome : son poids est donné par la pesée finale du tube à brome; il convient d'y ajouter les quelques milligrammes d'augmentation

---

(¹) Même Recueil, 5ᵉ série, t. XXI, p. 140.

(²) On trouverait $+76^{Cal},5$ pour ce nombre, en l'évaluant d'après la transformation du propylène en acide isopropylsulfurique étendu, comparée à la formation de ce dernier acide au moyen de l'alcool isopropylique : même Recueil, 5ᵉ série, t. IX, p. 312 et 336.

de poids du tube à potasse solide consécutif, représentant la vapeur de brome entraînée, dont le poids introduit une légère correction dans le calcul thermique.

» Nous avons ainsi la chaleur dégagée par l'union du propylène avec le brome. Cette chaleur elle-même se compose de deux parties, savoir : la chaleur de formation du bromure de propylène, quantité principale, et la chaleur dégagée par l'union de ce bromure avec l'excès de brome, quantité secondaire. On évalue cette dernière par des expériences directes, exécutées en mélangeant le bromure de propylène pur avec diverses proportions de brome pur ; je donnerai tout à l'heure ces dernières.

» En définitive, j'obtiens, à 15°,3,

$$C^3H^6\,(\text{propylène}) + Br^2\ \text{liquide} = C^3H^6Br^2\ \text{liquide} \ldots\ldots\ldots \quad +29^{Cal},1$$

» Ce nombre se rapporte entièrement à la combinaison ; les phénomènes de substitution étant insignifiants dans ces conditions, comme je l'établirai plus loin.

» Le nombre obtenu est presque identique avec celui que j'avais obtenu, il y a quelques années (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. IX, p. 296) pour l'éthylène (¹)

$$C^2H^4\,(\text{éthylène}) + Br^2\ \text{liquide} = C^2H^4Br^2\ \text{liquide} \ldots\ldots\ldots \quad +29^{Cal},3$$

ce qui montre que le propylène est bien l'homologue de l'éthylène ; ainsi qu'il résulte d'ailleurs des chaleurs de formation de ces deux gaz, offrant la différence normale de $+5^{Cal},2$, et de l'ensemble de leurs propriétés.

» 2. *Bromure de triméthylène.* — L'expérience a été conduite de la même manière. Elle est beaucoup plus délicate, l'absorption du triméthylène par le brome n'étant pas instantanée ; de telle façon que dans le même temps et les mêmes conditions, le poids de triméthylène absorbé était à peu près le quart de celui du propylène. Un volume notable échappait à la réaction, en entraînant du brome, qui était absorbé par la potasse. Le poids exact du triméthylène combiné était dès lors connu avec exactitude ; mais l'expérience avait une durée plus considérable.

» La chaleur dégagée par l'union du brome en excès avec le bromure de triméthylène a été mesurée, comme plus haut, et déduite.

(¹) Voir Louguinine, *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1198 (1893), pour les carbures liquides à poids moléculaires plus élevés, de constitution diverse.

» En définitive, j'obtiens, à 14°,6 :

$$C^3H^6 \text{ (triméthylène)} + Br^2 \text{ liquide} = C^3H^6Br^2 \text{ liquide} : +38^{Cal},5;$$

valeur qui l'emporte de $+9^{Cal},4$ sur la chaleur de formation du bromure de propylène, et de $9^{Cal},2$ sur celle du bromure d'éthylène.

» On reviendra sur ce grand excès thermique.

» 3. *Perbromures de propylène et de triméthylène.* — On a mesuré dans le calorimètre la chaleur dégagée, lorsqu'on ajoute le brome pur, par équivalents successifs, avec le bromure de propylène et avec le bromure de triméthylène pur; ce qui n'offre point de difficulté.

» Voici les résultats observés :

Propylène.			Triméthylène.		
$C^3H^6Br^2$ liquide + Br liquide..		+0,522	$C^3H^6Br^2$ liquide + Br liquide..		+0,592
On ajoute : + 2ᵉ Br	+0,350	Br^2 +0,872	On ajoute : + Br	+0,418	Br^2 +1,010
» + Br^2	+0,525	Br^4 +1,397	» + Br^2	+0,557	Br^4 +1,567
» + Br^2	+0,264	Br^6 +1,661	» + Br^2	+0,485	Br^5 +2,052

» Il résulte de ces chiffres que l'union du brome avec les bromures de propylène et de triméthylène dégage de la chaleur : aussi importe-t-il, dans ce genre d'expériences, soit d'opérer à équivalents strictement égaux, soit de tenir un compte exact de l'action exercée par un excès de l'un des corps mis en présence; *a fortiori*, si l'on avait recours à un dissolvant commun, tel que chlorure de carbone, composé bromé, ou autre.

» J'ai déjà observé ce dégagement de chaleur avec l'éther bromhydrique ou bromure d'éthyle (*Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XXIII, p. 223) :

» Par exemple, $C^2H^5Br + Br^3$ dégage $+3^{Cal},0$.

» Ces phénomènes ne sont pas dus à des substitutions. En effet, après avoir fait agir Br^6 sur les deux $C^3H^6Br^2$, à froid, j'ai séparé le brome libre, au moyen d'une solution aqueuse d'acide sulfureux, et j'ai retrouvé, en opérant sur la totalité :

Bromure de triméthylène........	$31^{gr},6$ au lieu de $31^{gr},7$ initial
Bromure de propylène...........	$30^{gr},6$ au lieu de $31^{gr},0$ »

» Le poids de ces bromures n'avait donc pas varié sensiblement; sauf une légère perte attribuable au transvasement et à l'action dissolvante de l'eau. S'il y avait eu substitution, il y aurait eu au contraire une augmentation de poids plus ou moins considérable.

» Les effets observés sont donc bien attribuables à la formation de perbromures d'éthyle, de propylène, de triméthylène, comparables aux perbromures d'hydrogène ou de potassium, ainsi qu'au periodure cristallisé de potassium, composés analogues dont j'ai signalé à plusieurs reprises l'existence et mesuré la chaleur de formation. Tous ces composés sont d'ailleurs en partie dissociés et ils doivent encore être rapprochés du bromure d'oxyde d'éthyle, combinaison cristallisée bien connue, formée de même par addition directe.

» En ce qui touche l'action du brome sur les bromures de propylène et de triméthylène, on remarquera que la chaleur dégagée est très voisine, avec ces deux corps, pour une même addition de brome; le bromure de triméthylène dégageant toujours un peu plus de chaleur que le bromure de propylène, circonstance qui tient peut-être à ce que la tension de vapeur du mélange est diminuée davantage en raison du point d'ébullition plus élevé du bromure de triméthylène (+ 165° au lieu de 141°,5). Mais c'est assez parler de cet ordre de composés secondaires.

» 4. *Sulfate de propylène.* — J'ai préparé ce corps en faisant absorber le propylène par l'acide sulfurique concentré, placé au fond d'un tube immergé dans le calorimètre. Une petite toile de platine enroulée et plongée dans l'acide sulfurique le répartissait sur une surface plus grande, afin de faciliter l'absorption. J'opérais par des poids d'acide voisins de 1^{gr}, afin de me rapprocher autant que possible de la saturation.

» Malgré ces précautions, l'absorption s'effectue moins bien dans ces conditions que dans une éprouvette sur le mercure, et il n'a pas été possible de saturer entièrement l'acide, ni même de dépasser une demi-saturation : $C^3H^6 + SO^4H^2$; ce qui répond à un mélange de sulfate neutre (précipitable par l'eau) et d'acide propylsulfurique avec l'excès d'acide sulfurique non saturé.

» Ces conditions peuvent toutefois conduire à des conclusions valables pour la comparaison des deux carbures, pourvu que l'on observe des rapports de poids identiques entre l'acide et le carbure d'hydrogène. La différence entre la chaleur dégagée par des proportions fort inégales d'acide et de propylène n'est pas, d'ailleurs, bien considérable, ainsi qu'il résulte des nombres ci-dessous :

$C^3H^6 + SO^4H^2$ liquide, a dégagé... $+16^{Cal},5$
$2C^3H^6 + 3SO^4H^2$ liquide........ $+16^{Cal},7 \times 2 = 33^{Cal},4$

» Dans mes anciennes expériences, faites en 1876, *avec un grand excès*

d'acide sulfurique (*Ann. de Ch. et de Phys.*, 5ᵉ série, t. IX, p. 336) j'avais trouvé pour C^3H^6 absorbé : +17,0.

» J'avais également reconnu que, cette absorption étant rapportée par le calcul à l'acide étendu d'eau (lequel ne l'absorbe pas directement)

$$C^3H^6 + SO^4H^2 \text{ étendu, dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +16^{Cal},7$$

nombre presque identique à celui qui répond à l'éthylène ; car, d'après mes mesures :

$$C^2H^4 + SO^4H^2 \text{ étendu, dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +16^{Cal},9$$

» Il prouve encore que la chaleur dégagée par la dilution et la dissolution, dans un excès d'eau, des produits de la réaction du propylène sur l'acide sulfurique pur, doit être faible ou nulle (abstraction faite de l'action de l'eau sur l'excès d'acide sulfurique non combiné) ; ce qu'a confirmé, en effet, une expérience exécutée sur l'acide entièrement saturé de propylène.

» Mais il en est autrement, si l'on opère avec un acide saturé seulement à moitié ou au tiers, comme ci-dessus ; dans ce cas, si l'on veut séparer du sulfate de propylène inaltéré, il faut refroidir l'acide et l'eau et opérer le mélange, en versant le premier goutte à goutte dans un grand excès d'eau, et en évitant toute élévation sensible de température ; autrement, il se produit un dédoublement, avec régénération d'acide sulfurique libre et formation simultanée de polymères du propylène, qui surnagent, et d'acide isopropylsulfurique, qui demeure dissous. Ce même dédoublement s'opère d'ailleurs à la longue sur le sulfate de propylène maintenu en présence de l'eau. — Le sulfate de triméthylène, une fois séparé, est plus stable et se maintient longtemps inaltéré en présence de l'eau. Mais si l'on ne prévient pas toute élévation de température, lorsqu'on ajoute de l'eau au sulfate de triméthylène mélangé avec un excès notable d'acide sulfurique, ce sulfate lui-même se détruit et fournit également des polymères liquides. Ce sont là des observations essentielles, lorsqu'on veut préparer les sulfates des carbures d'hydrogène.

» 5. *Sulfate de triméthylène.* — J'ai fait absorber le triméthylène par l'acide sulfurique pur, dans les mêmes conditions que le propylène, et en opérant de même au sein du calorimètre. L'absorption est plus lente qu'avec le propylène ; moitié plus lente, à peu près, autant qu'il est possible de comparer les phénomènes. Aussi a-t-il été impossible d'arriver à la limite de neutralisation. J'ai obtenu

$$2C^3H^6 + 3SO^4H^2 \text{ liquide} \ldots\ldots\ldots \quad +25,5 \times 2 = 51,0$$
$$C^3H^6 + 3SO^4H^2 \text{ liquide} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +26,2$$

» On voit que le nombre observé, pour un même poids de carbure, ne varie pas beaucoup avec les proportions d'acide employées.

» On peut comparer les chiffres mesurés avec les deux gaz, pour les mêmes proportions relatives, telles que

$$2C^3H^6 + 3SO^4H^2.$$

» J'ai trouvé, pour C^3H^6 absorbé

Propylène.	Triméthylène.
+ 16,7	+ 25,5

» Le triméthylène l'emporte encore sur le propylène, et cela de $+8^{Cal},8$.

» En résumé, j'ai obtenu les chiffres suivants :

	Triméthylène.	Propylène.	Différence.
	Cal	Cal	Cal
Chaleur de formation par les éléments...	— 17,1	— 9,4	— 7,7
Union avec Br^2 liquide................	+ 38,5	+ 29,1	+ 9,4
Union avec SO^4H^2 liquide.............	+ 25,5	+ 16,7	+ 8,8
Union avec H^2O......................	+ 26,7 (1)	+ 16,5 (2)	+ 10,2

» On voit par ces chiffres que la transformation du triméthylène et du propylène en combinaisons isomériques donne lieu à des dégagements de chaleur très inégaux et qui diffèrent de 8^{Cal} à 10^{Cal}; c'est-à-dire sensiblement comme valeur numérique, quoiqu'en sens inverse, de la même quantité de chaleur que la formation du triméthylène et du propylène eux-mêmes, au moyen des éléments. L'excès d'énergie du triméthylène, comparé au propylène, ne subsiste donc pas dans les combinaisons parallèles de ces deux gaz : il se perd dans l'acte de la combinaison, sans que les produits cependant deviennent identiques. Mais ces produits possèdent des chaleurs de formation presque égales au moyen des éléments.

» Si l'on ajoute que la formation des combinaisons similaires dégage à peu près les mêmes quantités de chaleur, soit avec le propylène, soit avec

(1) D'après la chaleur de combustion de l'alcool propylique normal donnée par Louguinine.

(2) D'après mes propres données sur la formation de l'alcool isopropylique (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. IX, p. 336).

La chaleur de formation de l'alcool éthylique liquide, avec l'éthylène gazeux et l'eau liquide, serait, d'après les données déduites de la formation de l'acide iséthionique (même recueil, p. 328) : $+16^{Cal},9$; d'après mes déterminations les plus récentes des chaleurs de combustion : $+15^{Cal},7$. Ces valeurs sont voisines de celles obtenues pour l'hydratation du propylène.

l'éthylène, on voit que le triméthylène offre quelque chose de tout spécial dans sa constitution : il est placé en dehors des séries homologues étudiées jusqu'à ce jour, dont le distingue l'énergie toute spéciale emmagasinée dans sa formation.

» J'ai déjà signalé, dans un travail exécuté avec M. Matignon [1], des relations analogues entre le térébenthène et ses isomères, le camphène et le citrène, tous carbures représentés par la formule $C^{10}H^{16}$.

» La chaleur de formation du térébenthène liquide par les éléments est, en effet, égale à $+ 4^{Cal},2$; tandis que celle du citrène liquide s'élève à $+ 21^{Cal},7$; et celle du camphène cristallisé à $+ 27^{Cal},2$, soit à l'état liquide vers 24^{Cal}.

» Le térébenthène renferme donc, par rapport à ses isomères, un excès d'énergie équivalent à $+ 18^{Cal}$ ou $+ 20^{Cal}$.

» Or cet excès, circonstance remarquable, se perd dans la combinaison parallèle des trois corps avec le gaz chlorhydrique.

				Cal
Térébenthène...	$C^{10}H^{16}$ liq. +	HCl gaz	$= C^{10}H^{17}Cl$ solide..	+ 38,9
Camphène.....	$C^{10}H^{16}$ liq. +	HCl	$= C^{10}H^{17}Cl$ sol. env.	+ 19,0
Citrène........	$C^{10}H^{16}$ liq. +	HCl	$= C^{10}H^{17}Cl$ liq....	+ 18,7
»	»	+ 2HCl	$= C^{10}H^{18}Cl^2$ crist..	+ 20,1 × 2

» Le térébenthène dégage, en formant un chlorhydrate, 19^{Cal} à 20^{Cal} de plus que les carbures isomères; chiffre fort voisin de l'excès d'énergie qui le distingue de ces carbures.

» Il en résulte que la chaleur de formation des chlorhydrates isomériques par les éléments : C^{10} (diamant) $+ H^{17} + Cl = C^{10}H^{17}Cl$, est à peu près la même :

	Cal
Soit pour le térébenthène (composé cristallisé)....	+ 65,1
pour le camphène » »	+ 64,5
pour le citrène (composé liquide)............	+ 62,4

» Le térébenthène possède donc une constitution essentiellement différente de celle de ses isomères. Son excès d'énergie, aussi bien que celle du triméthylène, se dissipe dans la formation des combinaisons et autres dérivés; c'est-à-dire, remarquons-le bien, dans la formation des corps sur lesquels les chimistes ont coutume de s'appuyer pour construire leurs formules actuelles, dites de constitution, soit dans le plan, soit dans l'espace.

---

[1] *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XXIII, p. 538.

En raison de cette circonstance, je crois qu'il est permis de regarder le triméthylène et le térébenthène comme répondant à des types tout nouveaux caractérisés par leur mobilité et leurs réserves d'énergie : ce sont des isomères dynamiques.

» Peut-être doit-on en rapprocher encore certains carbures, tels que les polymères liquides de l'acétylène, formés sous l'influence de l'effluve électrique, et qui se décomposent d'une façon explosive par un léger échauffement. Il y a toute une classe de composés susceptibles d'exister même dans l'état gazeux et qui jouent un rôle dans la Physiologie végétale : une étude approfondie en multipliera, sans doute, le nombre et l'importance. »

ASTRONOMIE. — *Note de M.* **Lœwy** *accompagnant la présentation d'un Volume des « Annales de l'observatoire de Bordeaux »*.

« Le Volume publié par M. Rayet, Directeur de l'observatoire, que j'ai l'honneur de présenter, contient des travaux intéressants. L'observatoire de Bordeaux a été fondé il y a douze ans environ, le volumeest déjà le cinquième qui ait paru depuis cette époque; il témoigne donc, sous tous les rapports, de l'activité incessante de cet établissement scientifique.

» La première partie de ce Volume est relative à une recherche purement théorique de M. Luc Picart, sur la désagrégation des essaims météoriques. Ce travail important a été entrepris dans le but d'étudier d'une façon aussi rigoureuse que possible, la formation des courants météoriques qui, d'après la théorie généralement admise, donnent naissance aux chutes d'étoiles filantes. L'auteur considère un système de corps de masses très petites, soumises seulement à leurs attractions mutuelles et à l'attraction du soleil.

» La première partie du Mémoire donne les conditions suffisantes pour la stabilité d'un essaim de corpuscules qui décrit un cercle autour du soleil; une explication des condensations secondaires ressort de la considération des particules dont les positions et les vitesses initiales sont voisines de celles qui assureraient la stabilité.

» La deuxième et la troisième partie sont consacrées à une étude des équations différentielles, définissant le mouvement d'un corpuscule ou d'une condensation secondaire qui se sépare de l'essaim. Leur intégration montre que la désagrégation s'opère le long de l'orbite primitive.

» Enfin, dans la quatrième partie, M. Picart cherche les relations qui

existent entre les différentes particules d'un essaim qui se désagrège. Les conclusions auxquelles est arrivé M. Picart jettent une vive lumière sur une des questions les plus intéressantes de l'Astronomie moderne.

» La seconde partie du volume renferme des séries d'observations méridiennes très précises exécutées à l'observatoire de Bordeaux. Elles sont les conséquences d'un plan de travail méthodiquement suivi par le Directeur de l'observatoire depuis plusieurs années. Ces observations sont relatives à la revision d'une zone d'étoiles comprises entre 10° et 20° de déclinaison australe. Ces travaux fournissent les positions exactes des étoiles les plus brillantes de cette région et leurs mouvements propres.

» La fin du volume renferme les positions précises obtenues à l'aide des équatoriaux relatives aux planètes et comètes, et les séries des observations météorologiques et magnétiques exécutées dans les années 1886 et 1887.

» L'ensemble de ces études constitue un contingent en résultats fort précieux pour la Science astronomique. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Académicien libre en remplacement de feu M. le général *Favé*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 63,

M. Laussedat obtient.	60 suffrages.
M. Ad. Carnot.	2 »
M. Lauth	1 »

M. **Laussedat**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1894.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Montyon (*Arts insalubres*). — MM. Armand Gautier, Schützenberger, Troost, Schlœsing, Larrey réunissent la majorité des suffrages.

Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Brouardel et Moissan.

Prix Pourat. — MM. Bouchard, Potain, Guyon, Marey, Chauveau réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Ranvier et Sappey.

Prix Gay. — MM. Daubrée, Fouqué, Milne-Edwards, Van Tieghem, Gaudry réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Armand Gautier et Mallard.

Prix Cuvier. — MM. Daubrée, Milne-Edwards, Fouqué, de Lacaze-Duthiers, Blanchard réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Gaudry et Perrier.

Prix Trémont. — MM. Bertrand, Berthelot, Fizeau, Faye, Sarrau réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Lévy et Mascart.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *De la formation d'urée dans le foie après la mort.* Note de M. **Charles Richet.**

« Un des principes fondamentaux de la Physiologie générale, c'est que les tissus de l'organisme, quand la circulation et l'hématose ont cessé, continuent pendant un certain temps, variable avec chaque tissu, à exercer les mêmes fonctions que pendant la vie. Autrement dit, la mort de l'*individu* n'entraîne pas la mort immédiate et simultanée des parties anatomiques qui le constituaient.

» Un exemple remarquable de cette action chimique des tissus survivant à la mort de l'individu, c'est la production du sucre dans le foie. Claude Bernard, dans une mémorable expérience, a montré que la formation du sucre aux dépens du glycogène hépatique se continuait pendant plusieurs heures dans le foie retiré du corps et lavé immédiatement après la mort par un courant d'eau qui enlevait tout le sang contenu dans les vaisseaux.

» J'ai pensé à étudier de la même manière la production d'urée dans le foie. La plupart des physiologistes admettent en effet que le foie est un des

principaux organes où se produit l'urée, et la Pathologie, par des preuves nombreuses, confirme cette opinion ([1]).

» Si donc il est vrai que le foie forme de l'urée pendant la vie, il doit continuer à en former encore pendant quelques heures après la mort, alors que la vitalité des cellules hépatiques n'a pas été détruite. J'ai fait à cet égard une série d'expériences nombreuses qui établissent ce fait important.

» Voici comment l'expérience a été faite. Un chien est sacrifié par hémorrhagie; son foie est rapidement enlevé de manière à éviter autant que possible le contact avec les germes microbiens : puis on fait passer par la veine porte 4^{lit} à 5^{lit} d'eau stérilisée contenant 8^{gr} par litre de NaCl. Alors il est devenu à peu près complètement privé de sang, et rempli seulement de la solution saline. Puis on le sépare en deux parties à peu près égales qu'on plonge chacune dans un vase plein de paraffine à 100° (taré, ce qui permet de savoir les poids respectifs de chaque portion immergée). La portion A est pendant dix minutes maintenue à 100°, ce qui détermine la coagulation des ferments, diastases, et matières albuminoïdes qu'elle contenait. La portion B, au contraire, est, aussi rapidement que possible, refroidie par l'immersion du vase plein de paraffine dans de l'eau glacée. Les deux vases sont ensuite mis dans l'étuve à 40°. Au bout de quatre heures on extrait les deux portions de la paraffine; elles sont, chacune séparément, broyées dans un mortier, chauffées à 100° avec un excès de sulfate de soude, et filtrées. Dans le liquide filtré et mesuré, on dose l'urée par l'hypobromite de soude, en mesurant l'azote dégagé.

» Comme les sels ammoniacaux pourraient donner lieu à un dégagement d'azote, les liquides, privés de leurs matières albuminoïdes, étaient au préalable additionnés de potasse (ou, dans quelques cas, de magnésie) et placés dans le vide en présence d'acide sulfurique.

» Voici les résultats de ces dosages :

	Urée pour 1000^{gr} de foie.			
	Portion A (chauffée à 100°).	Nombre de dosages.	Portion B (non chauffée).	Nombre de dosages.
Première expérience......	0,170	I	0,795	II
Deuxième »	0,271	IV	0,793	VI
Troisième »	0,215	I	0,870	II
Quatrième »	0,186	II	0,759	III
Cinquième »	0,238	II	0,935	II
Sixième »	0,294	II	1,510	II

» Ces six expériences très concordantes (non seulement entre elles, mais avec un grand nombre d'autres que je ne mentionne pas, car les pro-

([1]) Voy. Brouardel, *Arch. de Physiol.*, 1876, n^os 4 et 5.

cédés expérimentaux étaient moins rigoureux) nous donnent la moyenne suivante d'urée par kilogramme de foie :

Foie chauffé	0,229
Foie non chauffé................	0,944

» Par conséquent, il se forme dans le foie, extrait du corps et privé de sang, *in vitro,* une quantité d'urée relativement considérable, puisque, en quatre heures, elle s'élève à plus de $0^{gr},7$ par kilogramme; ce qui donne en vingt-quatre heures plus de 4^{gr} d'urée.

» Cette urée a pu être extraite d'un foie macéré par un de mes élèves, M. Brief, qui a obtenu, par la méthode de Schroeder, de l'urée pure, parfaitement reconnaissable à tous ses caractères cristallographiques et chimiques.

» On peut établir que cette action uréopoiétique du foie est due à un ferment soluble. Pour le démontrer je filtre, soit sur un filtre métallique très fin, soit sur du papier, par la trompe, la bouillie du foie frais écrasé; j'obtiens ainsi *un liquide dans lequel,* si on le laisse quelques heures à l'étuve, *il se produit de l'urée*. En effet, en ajoutant à ce liquide un grand excès de salol ou de fluorure de sodium, on n'empêche pas l'action des diastases solubles, mais seulement les fermentations microbiennes.

» J'ai comparé la valeur en urée des deux portions; la portion A chauffée à 100° avant d'être mise à l'étuve; la portion B non chauffée.

	Liquide chauffé à 100°.	Nombre de dosages.	Liquide non chauffé.	Nombre de dosages.
4^h d'étuve; salol.........	0,149	II	0,362	II
4 d'étuve; salol.........	0,203	II	0,344	II
24 d'étuve; salol.........	0,256	IV	1,224	II
24 d'étuve; NaFl........	0,221	II	0,751	II
24 d'étuve; NaFl	0,344	I	1,149	II

» Le sens de ces expériences est singulièrement éclairé par les recherches de MM. A. Gautier et Landi [1], qui ont montré que le muscle continue, après qu'il a été séparé du corps, à vivre et à former des leucomaïnes et des alcaloïdes aux dépens des matières azotées qu'il contient. De même mon expérience prouve que le foie, abandonné à lui-même, et extrait du

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXIV, p. 1312; 1892.

corps, continue à faire de l'urée, probablement par un phénomène d'hydratation dû à une diastase soluble.

» Il existe donc une analogie remarquable entre la formation de sucre dans le foie et la formation d'urée. Les deux phénomènes s'opèrent à l'aide d'une diastase soluble; les deux phénomènes peuvent avoir lieu *in vitro*.

» Il se passe en outre dans ce liquide hépatique (foie frais, broyé et filtré) d'autres faits intéressants que je cherche à analyser (production de matière colorante rouge et de substances réductrices); mais j'ai seulement voulu établir ici qu'un des phénomènes les plus importants de la vie du foie, c'est-à-dire la formation d'urée, est un phénomène analogue aux phénomènes de diastase. »

PALÉONTOLOGIE. — *Les insectes de l'époque carbonifère*. Note de M. **Charles Brongniart**. (Extrait par l'auteur.)

« Les insectes des temps primaires sont restés pendant longtemps inconnus. Ce n'est qu'en 1833 que V. Audouin signala l'empreinte d'une aile de Névroptère provenant des nodules de Coalbrookedale.

» Depuis ce moment, plusieurs naturalistes, entre autres Germar, Goldenberg, Heer, H. Woodward et S.-H. Scudder, décrivirent divers insectes du même âge représentés par des empreintes dont la netteté laissait beaucoup à désirer et ne donnait que des renseignements peu certains sur la nature des animaux dont elles provenaient; mais, en France, on ne rencontrait aucun débris de ce genre.

» Aujourd'hui, au contraire, ce sont les couches primaires de notre pays qui fournissent les documents les plus certains sur l'histoire des insectes des époques anciennes, car d'admirables collections en ont été faites, dans les houillères de Commentry, par M. Fayol qui a bien voulu s'en dessaisir en ma faveur.

» J'ai ainsi examiné et comparé près de mille cinq cents échantillons à l'aide desquels il m'est maintenant possible d'établir les caractères des insectes contemporains des végétaux qui ont formé la houille.

» Nous avons la preuve que, dès la période carbonifère, les insectes étaient nombreux en espèces et qu'ils appartenaient au moins à quatre ordres : les Névroptères, les Orthoptères, les Thysanoures et les Homoptères. Beaucoup d'entre eux étaient de taille gigantesque; il en est qui

mesuraient près de 70^{cm} d'envergure. Bien que leur organisation soit, dans ses traits généraux, la même que celle des insectes qui vivent autour de nous, elle présente, dans certains types, des caractères d'une grande importance, car ils jettent une vive lumière sur certains points obscurs de la morphologie de ces animaux et marquent les étapes successives que le type insecte a subies avant d'arriver à sa forme définitive. Je ferai d'abord remarquer que le thorax est divisé en trois segments toujours reconnaissables, au lieu de former une masse unique comme on le voit généralement; on peut en conclure que les ganglions de la chaîne nerveuse dans cette partie du corps étaient distincts les uns des autres.

» Le premier segment thoracique des insectes actuels porte la première paire de pattes, mais il est toujours dépourvu d'ailes. Ces organes de vol, au nombre de deux paires au maximum, sont insérés sur le méso et sur le métathorax.

» Quelques-uns des insectes de l'époque carbonifère offrent deux paires d'ailes, mais chez d'autres le nombre de ces appendices répond à celui des pattes et une première paire d'ailes occupe le premier segment thoracique. Ces arthropodes sont donc *hexaptères* comme ils sont hexapodes. Ces premières ailes, plus petites que les autres, ressemblent aux élytres rudimentaires du mésothorax des Phasmides; elles affectent l'apparence de lames arrondies à leur extrémité, soutenues par des nervures et rétrécies à la base. Les appendices alaires du prothorax ont disparu chez les insectes actuels, qui sont tétraptères ou même diptères et, parmi les premiers, nous remarquons une réduction notable dans la longueur de l'une des paires d'ailes, tantôt de la paire mésothoracique (quelques Coléoptères, Forficules, Phasmes, etc.), tantôt de la paire métathoracique (Lépidoptères, Hyménoptères, Éphémères, etc.)

» En outre, plusieurs de ces anciens insectes ont conservé, à l'état adulte, des caractères qui ne se retrouvent de nos jours que chez des nymphes ou chez des larves. Ainsi, chez quelques-uns, comme cela se voit encore dans les moignons alaires des nymphes, les membranes supérieure et inférieure n'étaient pas intimement soudées l'une à l'autre et, par conséquent, devaient permettre au sang de circuler librement.

» Ces mêmes insectes et d'autres de groupes différents offrent, à l'état adulte, des appendices latéraux de l'abdomen qui nous paraissent comparables aux lames respiratoires de certaines larves de Névroptères, dans lesquelles se distribuent de nombreuses trachées, mais qui n'ont qu'une courte durée, excepté dans certaines espèces de la famille des Perlides;

doit-on en conclure que l'existence de cet appareil pseudo-branchial était liée aux nécessités de la vie d'insectes constamment plongés dans une atmosphère chaude et humide comme celle des rivages du lac de Commentry? Nous ne saurions l'affirmer et nous nous bornons à en indiquer la possibilité.

» Si maintenant nous examinons les insectes primaires au point de vue des rapports qu'ils offrent avec ceux de la faune actuelle, nous voyons qu'ils en diffèrent tout à fait, non seulement spécifiquement et génériquement, mais même qu'ils ne peuvent rentrer dans les familles créées pour les types qui vivent de nos jours; il a été nécessaire de former des groupes nouveaux qui prennent place dans les ordres actuels.

» Les Névroptères sont largement représentés, et offrent déjà une grande variété de formes. Nous y avons reconnu six familles qui ont des rapports avec les Ephémérides, les Odonates et les Perlides. C'est parmi ces Névroptères qu'il existe des types pourvus de six ailes ou possédant des lames respiratoires abdominales et des espèces de très grande taille se rapprochant de nos Libellules.

» L'ordre des Orthoptères est représenté par des Blattes, des Phasmes, des Locustes et des Criquets. Cependant, on remarque des différences secondaires assez notables entre ces anciens insectes et leurs représentants actuels, différences qui résident principalement dans la disposition des ailes. Ainsi, tandis que les ailes postérieures de nos Orthoptères offrent un champ anal très large, traversé par des nervures disposées en éventail, et pouvant se replier sous les champs antérieurs, les insectes houillers avaient les deux paires d'ailes moins différenciées, et les postérieures ne présentaient pas un champ anal très développé. Un autre caractère du plus haut intérêt se rencontre chez les Blattes. Les espèces de notre époque pondent des œufs contenus dans une capsule ovigère, d'autres sont ovipares; les Paléoblattides étaient pourvus d'un oviscapte et pondaient leurs œufs un à un, comme le font nos Sauterelles et nos Phasmes. Les Phasmes actuels ont les ailes de la première paire réduites à l'état d'écailles; les Protophasmides houillers avaient les quatre ailes bien développées.

» Les Protolocustides et les Paléacridides représentaient les Orthoptères sauteurs, mais leurs ailes postérieures égalaient les antérieures et ne se repliaient pas en éventail. De plus, les Paléacridides avaient de longues antennes tandis que celles de nos criquets sont courtes.

» Les Homoptères étaient représentés dans les temps primaires par des

types dont la nervation des ailes rappelle beaucoup celle des Fulgorides, mais tandis que ces derniers ont des antennes très réduites, ces organes étaient au contraire très développés chez les Protofulgorides. Enfin, quelques espèces présentaient des pièces buccales allongées, ce qui permet de penser que ces insectes puisaient à l'aide de ces instruments les sucs des végétaux. Je n'entrerai pas aujourd'hui dans plus de détails, car cette Note n'est que le résumé d'un travail spécial accompagné de nombreuses planches, et je me contenterai de dire que, en mettant de côté les Blattes, dont une étude détaillée sera faite ultérieurement, j'ai reconnu 62 genres représentés par 137 espèces, sur lesquels 46 genres et 103 espèces sont nouveaux.

» Cette étude éclaire d'un jour nouveau l'histoire et le développement des insectes; elle prouve leur antiquité; elle montre qu'ils n'avaient pas acquis, malgré leur grande taille, le perfectionnement organique que nous leur connaissons de nos jours. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. C. **Tziolkovsky** adresse une Communication relative à des « ballons métalliques dirigeables ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

La **Classe d'Industrie de la Société des Arts de Genève** informe l'Académie qu'elle a pris l'initiative d'une souscription pour ériger un buste en bronze à *Daniel Colladon* sur l'une des places de la ville de Genève.

M. R. **Blondlot**, nommé Correspondant pour la Section de Physique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **d'Arsonval**, M. **Dastre**, M. **Gréhant**, M. **Charles Richet** prient l'Académie de vouloir bien les comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante dans la Section de Médecine et Chirurgie par le décès de M. *Brown-Séquard*.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage ayant pour titre : « Les Mécaniques ou l'élévateur de Héron d'Alexandrie » publiées pour la première fois sur la version arabe de Qostâ Ibn Lûqâ et traduites en français par M. *Carra de Vaux*.

PHYSIQUE. — *Sur la tension superficielle des solutions salines* (¹). Note de M. H. SENTIS, présentée par M. Lippmann.

« J'ai déjà publié le principe de ma méthode (*Journal de Physique*, 1887); mais diverses modifications, dans le détail desquelles je ne puis entrer ici, en ont beaucoup augmenté la précision.

» Mes expériences ont d'abord porté sur l'eau, et j'ai trouvé qu'entre 0° et 30° la tension superficielle en dynes par centimètre est représentée par

$$75,99 - 0,152t.$$

» Je me suis ensuite occupé des dissolutions salines dans l'eau et j'ai interprété les résultats obtenus de la manière suivante. Soient

F la tension superficielle de la dissolution saline;
f celle de l'eau à la même température;
u le volume de 100 molécules d'eau;
v celui du mélange de n molécules de sel et de $100 - n$ molécules d'eau.

» Considérons l'unité de longueur sur l'eau; nous avons une action f exercée par les molécules d'eau rangées le long de cette ligne.

» J'enlève n sur 100 de ces molécules, tout en maintenant artificiellement les autres dans leurs positions premières. L'action à travers la ligne est devenue $f - \frac{nf}{100}$.

» J'agrandis (ou je restreins) les espaces laissés vides, de manière que le volume de l'eau passe de u à v. L'action $f - \frac{nf}{100}$ s'exercera maintenant à travers la longueur $\sqrt[3]{\frac{v}{u}}$.

» Je remplace les n molécules d'eau enlevées par n molécules de sel. Entre ces molécules de sel et l'eau, il y a une action; soit Φ par unité de

(¹) Travail exécuté au Laboratoire de la Faculté des Sciences de Grenoble.

longueur. L'action totale à travers la ligne $\sqrt[3]{\frac{v}{u}}$ est maintenant

$$\Phi \sqrt[3]{\frac{v}{u}} + f - \frac{nf}{100}.$$

» L'action du sel sur l'eau n'est pas égale à celle de l'eau sur elle-même, de sorte que si l'on rend leur mobilité aux molécules, elles vont varier un peu de position, et les deux actions précédentes devront s'égaliser. Mais j'admets que l'action totale à travers la ligne considérée n'a pas sensiblement changé, ce qui donne l'équation

$$\Phi \sqrt[3]{\frac{v}{u}} + f - \frac{nf}{100} = \mathrm{F} \sqrt[3]{\frac{v}{u}},$$

d'où

$$\Phi = \mathrm{F} - \frac{100 - n}{100} \frac{f}{\sqrt[3]{\frac{v}{u}}}.$$

» Ceci posé, mes expériences m'ont donné les résultats suivants pour Φ :

» 1° Cette action est indépendante de la température entre 0° et 25°;

» 2° Elle est proportionnelle à n jusqu'à la solution la plus concentrée;

» 3° Elle est indépendante de la nature du sel, et égale à autant de fois $0^{\text{dyne}},78$ par centimètre que le sel comporte de radicaux. Quelques sels semblent faire exception. Cette loi est seulement approchée.

Poids moléculaire.	Sel.	n.	$\frac{\Phi}{n}$.	Poids moléculaire.	Sel.	n.	$\frac{\Phi}{n}$.
53,5	$AmCl$	10	1,7	111	$CaCl^2$	10	2,3
58,5	$NaCl$	8	1,8	158	$StCl^2$	4	2,8
74,5	KCl	5	1,7	208	$BaCl^2$	2	2,5
166	KI	5	1,6	134	$CuCl^2$	1	2,1
103	$NaBr$	5	1,6	136	$ZnCl^2$	0,945	2,3
65	KCy	4	1,5	95	$MgCl^2$	2,886	2,6
80	AzO^3Am	20	1,5	126	$MnCl^2$	4,75	2,2
85	AzO^3Na	10	1,5	330	$(AzO^3)^2Pb$	2	2,2
101	AzO^3K	4	1,6	190	$(AzO^3)^2Zn$	4	2,5
170	AzO^3Ag	5	1,6	277	$(AzO^3)^2Ba$	$\frac{1}{2}$	2,6
161	SO^4Zn	3	1,7	211	$(AzO^3)^2Sr$	1	2,4
159	SO^4Cu	2	1,7	174	SO^4K^2	$\frac{1}{2}$	2,5
152	SO^4Fe	2	1,7	142	SO^4Na^2	1	2,4
120	SO^4Mg	0,906	1,6	132	SO^4Am^2	8	2,6
151	SO^4Mn	1	1,7	120	SO^4NaH	1	2,6
158	MnO^4K	$\frac{1}{3}$	1,7	194	CrO^4K^2	2	2,4
98	$C^2H^3O^2K$	1	1,4	142	$(C^2H^3O^2)^2Mg$	1	2,0
122	ClO^3K	1	1,3	205	$(C^2H^3O^2)^2Sr$	1	1,9
106	ClO^3Na	3	1,3	342	$(SO^4)^3Al^2$	1	3,2

MAGNÉTISME. — *Propriétés des corps magnétiques à diverses températures.* Note de M. **P. Curie**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai montré que le coefficient d'aimantation spécifique k de l'oxygène variait en raison inverse de la température absolue T, loi exprimée par la relation $k = \frac{A}{T}$ dans laquelle A est une constante ([1]). J'ai trouvé que les coefficients d'aimantation du sulfate de fer et du chlorure de manganèse en solutions et celui du palladium pur suivaient approximativement la même loi de variation ([2]). Voici les valeurs de A pour ces corps :

	A		
Oxygène	0,0337	entre	20° et 450°
Chlorure de manganèse	0,0533	entre	20 et 108
Sulfate de fer	0,0242	entre	20 et 108
Palladium	0,00152	entre	20 et 1370
Magnétite	0,0280	entre	850 et 1350

» Parmi les corps ferro-magnétiques, j'ai étudié le fer ([3]), le nickel et la magnétite.

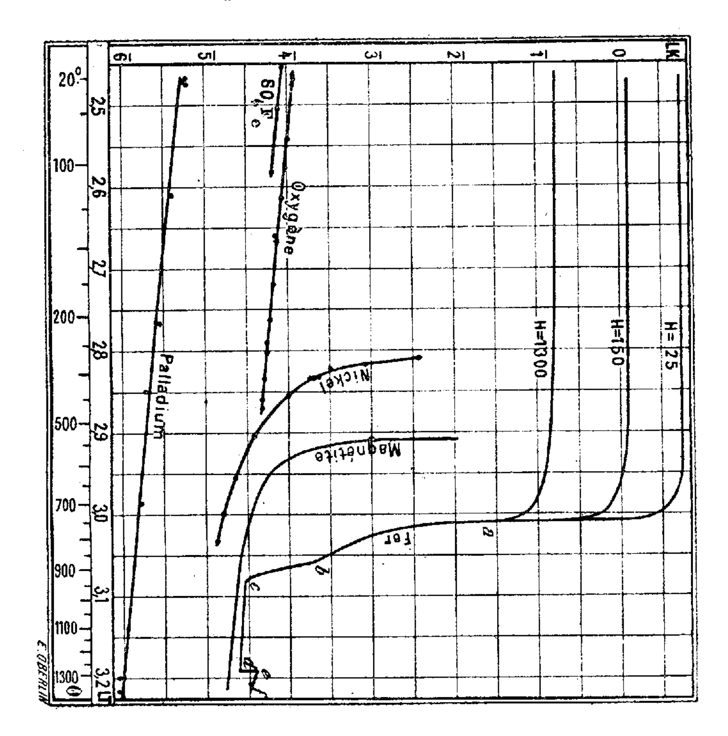
Nickel		Magnétite		Magnétite	
θ.	K × 10⁶.	θ.	K × 10⁶.	θ.	K × 10⁶.
373°	3650	536°	10000?	660°	45,6
384	802	540	1500?	700	38,7
392	665	542	822?	760	31,7
410	200	550	369	800	28,4
445	97	565	162,8	900	24,3
531	37,6	586	92,7	1000	22,0
626	22,6	615	62,5	1200	19,3
724	16,5	630	54,8	1350	17,3
806	13,2				

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. CXV, p. 1292; 1893.

([2]) D'après les expériences de G. Wiedemann et celles de M. Plessner (G. Wiedemann, *Pogg. Ann.*, 1865 et 1868. — Plessner, *Wiedemann Ann.*, t. XXXIV, p. 336; 1890), le coefficient d'aimantation des sels magnétiques diminue, quand la température augmente, de la même façon pour tous les sels magnétiques et le coefficient de variation est à peu de choses près numériquement égal au coefficient de dilatation des gaz.

([3]) Voir *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 796 et p. 859; 1894.

» Sur la figure, on a porté en ordonnées les valeurs de $\log k$ et en abscisses les valeurs de $\log T$. L'échelle logarithmique des températures absolues est l'échelle de température la plus naturelle pour tous les phénomènes. L'échelle logarithmique pour le coefficient d'aimantation nous permet de réunir sur une même figure les courbes rela-



tives aux divers corps magnétiques et de les comparer entre elles. Cette échelle permet encore d'avoir une représentation d'ensemble des propriétés des corps ferro-magnétiques. Enfin, lorsque, pour un corps, on a la relation $K = \frac{A}{T}$, la représentation est une droite dont le coefficient angulaire est numériquement égal à -1. C'est le cas pour l'oxygène, le sulfate de fer, le palladium.

» La température de transformation magnétique du nickel est voisine de 340°. Nous avons étudié ce corps à des températures supérieures à celle-là, entre 373° et 806°. Le coefficient d'aimantation est alors indépendant de l'intensité du champ. Il décroît régulièrement et très rapidement quand la température augmente.

» La magnétite (fer-aimant Fe^3O^4) est le corps ferro-magnétique qui se prête le mieux à une étude complète des propriétés magnétiques au-dessus de la température de transformation. C'est un corps stable qui peut être chauffé à des températures très élevées dans des ampoules de

platine sans être altéré. Ce corps a son point de transformation magnétique vers 535°. Aux températures supérieures à celle-là, de 550° à 1370°, le coefficient d'aimantation est indépendant du champ; il décroît régulièrement et très rapidement quand la température s'élève. Aux températures supérieures à 850° la représentation avec coordonnées logarithmiques donne une droite parallèle à celle de l'oxygène et du palladium; c'est-à-dire qu'à ces températures élevées, la magnétite se comporte comme les corps faiblement magnétiques.

» Il est d'après cela vraisemblable que : *La loi inverse de la température absolue est une loi limite qui convient au coefficient d'aimantation des corps ferro-magnétiques lorsque la température est suffisamment éloignée de celle de transformation.*

» On peut maintenant chercher à se faire une idée de ce qui se produit dans le fer qui nous présente un cas beaucoup plus complexe. Les phénomènes qui se passent vers 750° (point *a*) sont normaux; ce sont des phénomènes qui se rencontrent chez tous les corps ferro-magnétiques. De part et d'autre de 860° (point *b*) la courbe offre des points d'inflexion; on pourrait admettre qu'il y a vers cette température une cause particulière d'augmentation dans les valeurs de K; enfin, à 1280° (*de*) se trouve une nouvelle perturbation qui se traduit par une augmentation brusque de K. L'explication suivante me paraît séduisante; je la donne toutefois sous toute réserve : on pourrait admettre que, jusqu'à 860°, le fer se comporte normalement comme tout autre corps ferro-magnétique. Vers 860° (en *b*) le fer commence à se transformer en une deuxième variété allotropique, la transformation est complète vers 920° (*e*) et le fer reste sous cet état jusqu'à 1280° (*d*); le fer est alors analogue à un corps faiblement magnétique, au palladium, à l'oxygène et son coefficient d'aimantation varie suivant la même loi (les expériences sur le fer étant peu précises au-dessus de 1000°, on peut admettre que la droite *cd* est parallèle à celle de l'oxygène). Enfin, à 1280°, le fer reviendrait brusquement à son premier état et la ligne *ef* (1280 à 1366) semble être le prolongement de la ligne *ab*. La ligne *ab* prolongée jusqu'en *f* constituerait bien une courbe analogue à celle que donne la magnétite ou le nickel [1]. »

---

[1] J'ai émis cette hypothèse pour donner une image des résultats de mes expériences et pour chercher à quelles conséquences ils semblent conduire lorsqu'on les considère isolément. Je ne me fais pas d'ailleurs l'illusion de croire que ces résultats soient suffisants pour résoudre à eux seuls la difficile question des transformations du fer. Cette

ACOUSTIQUE MUSICALE. — *Sur un système de gammes nouvelles.* Note de M. **Alexandre de Bertha**, présentée par M. E. Sarrau.

« L'application générale du tempérament égal à la construction des instruments de musique est aujourd'hui un fait accompli. Elle a eu pour conséquence de fixer définitivement les rapports enharmoniques des demi-tons. C'était donner une base nouvelle aux combinaisons harmoniques, qui jusqu'ici ne reposaient que sur le système des gammes diatoniques. Or, afin que cette base nouvelle puisse devenir à son tour un terrain fructueux pour la composition musicale, il fallait d'abord en déduire des gammes nouvelles.

» C'est la division d'une octave en douze demi-tons qui leur sert de point de départ; car de ces douze demi-tons on peut former les groupes

$$(\tfrac{1}{2}, 1) \quad \text{et} \quad (1, \tfrac{1}{2}),$$

qui, quatre fois répétés, produisent les suites

$$(\tfrac{1}{2}, 1, \tfrac{1}{2}, 1, \tfrac{1}{2}, 1, \tfrac{1}{2}, 1)$$

et

$$(1, \tfrac{1}{2}, 1, \tfrac{1}{2}, 1, \tfrac{1}{2}, 1, \tfrac{1}{2}),$$

c'est-à-dire deux gammes que l'on peut construire sur une note quelconque de notre système musical.

» Elles sont composées d'intervalles inégaux comme les gammes diatoniques, sans cesser d'être symétriques comme la gamme chromatique; et quoiqu'elles puissent appartenir à toutes les tonalités, leur nombre se réduit de fait seulement à la tonalité de trois demi-tons se succédant.

» Autant à cause de cette dernière circonstance que de la nécessité de recourir à des changements enharmoniques, il est tout indiqué de les ap-

---

question a été l'objet de nombreux travaux en ces dernières années. M. Le Chatelier a remarqué (*Société de Physique,* séance du 20 avril) que la transformation magnétique vers 750° et le changement d'allure vers 860° correspondent respectivement aux transformations Ar^2 et Ar^3 de M. Osmond et que la transformation de 1280° correspond à un changement dans les propriétés du fer qui avait été signalé vers 1300° par M. Ball mais dont l'existence avait été contestée. (Osmond, *Transformation du fer et du carbone,* 1888. Ball, *Proceedings of the Iron and Steal Institute,* 1891, I, p. 103).

peler des *gammes enharmoniques,* subdivisées, par rapport à une note initiale commune, *en homotones premières* avec le groupe ($\frac{1}{2}$, 1), et en *homotones secondes* avec le groupe (1, $\frac{1}{2}$).

» Prises séparément elles présentent les particularités suivantes :

» La première homotone contient une seconde mineure, la médiante et la dominante et manque au contraire de sous-dominante et de note sensible. Au lieu de celle-ci on rencontre sur son septième degré la *septième mineure,* que les tubes sonores produisent en note naturelle et dont la présence n'a pu être justifiée jusqu'ici dans les gammes diatoniques, car cette note est dans celles-ci en note accidentelle, tandis qu'en sa qualité de phénomène acoustique elle doit avoir un sens propre.

» La *seconde* homotone contient la note sensible, la seconde majeure et la sous-dominante et manque, au contraire, de médiante et de dominante.

» En ce qui concerne la tierce mineure de la tonique, la quinte diminuée et la sixte majeure, elles sont communes aux deux homotones et forment naturellement les accords de la quinte et de la septième diminuées.

» Huit est le nombre des accords parfaits dans chaque homotone, dont quatre majeurs et quatre mineurs. Ils sont placés par couple de deux sur quatre degrés seulement, chaque degré fournissant un accord majeur et un accord mineur, et comme chaque accord mineur est le relatif de l'accord majeur suivant, les quatre couples d'accords forment un cycle complet.

» Dans l'homotone première, ils se trouvent sur les quatre notes appartenant aux deux homotones; dans la seconde, au contraire, sur les quatre autres degrés. De sorte que, prises ensemble, les homotones d'une gamme enharmonique contiennent huit accords majeurs et huit accords mineurs, que l'on peut grouper sur les huit degrés de la seconde. Dans l'ensemble des accords parfaits produits par les trois gammes enharmoniques différentes, chaque accord parfait figure une fois dans une homotone première et une fois dans une homotone seconde.

» Grâce à leur caractère mathématique, les gammes enharmoniques paraissent être appelées à servir de point de départ à l'enseignement musical. Elles ont une raison d'être facilement explicable à l'élève.

» D'autre part, l'expérience a démontré qu'elles enrichissent la mélodie et l'harmonie de teintes nouvelles [1].

---

[1] Au moment de publier son système, l'auteur a eu l'occasion de constater qu'une des gammes homotones a été employée par M. de Polignac dans une de ses compositions en 1888.

» Il importe de remarquer que le système des homotones n'implique aucun bouleversement dans le domaine de la musique actuelle; il ne fait que mettre à sa disposition des ressources nouvelles. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Mort apparente produite par les courants alternatifs. Rappel à la vie par la respiration artificielle.* Note de M. **A. d'Arsonval**, présentée par M. Cornu.

« Dans ma Note du 4 avril 1887, j'ai montré que l'électricité provoque la mort de deux façons très différentes :

» 1° *Par lésion ou destruction des tissus* (effets disruptifs et électrolytiques de la décharge);

» 2° *Par excitation des centres nerveux* produisant l'arrêt de la respiration et la syncope, mais sans lésions matérielles.

» Dans le premier cas, la mort est *définitive;* dans le second, au contraire, elle n'est qu'*apparente*. J'ai prouvé qu'il était possible alors de rappeler le foudroyé à la vie en pratiquant la respiration artificielle. Aussi ai-je pu résumer mes nombreuses expériences dans la formule pratique suivante : *Un foudroyé doit être traité comme un noyé.*

» M'appuyant sur ces faits, je me suis élevé contre la peine de mort appliquée en Amérique sous le nom d'*électrocution*, le courant alternatif industriel employé dans ce cas produisant presque toujours le second genre de mort.

» Un accident arrivé ces jours derniers, accident dont les conditions ont pu être déterminées avec toute la rigueur d'une expérience de laboratoire, vient confirmer, *sur l'homme*, ce que j'avais vu chez les animaux.

» Voici la relation du fait qui m'a été communiqué par MM. Picou et Maurice Leblanc, deux électriciens bien connus, témoins oculaires de l'accident et sauveteurs de l'*électrocuté*.

» Lorsque l'accident de Saint-Denis s'est produit, l'électromètre d'Épinay, monté entre deux de nos trois fils, marquait 4500 volts et l'ampèremètre, intercalé dans l'un d'eux, marquait 750 milliampères.

» A l'endroit où l'accident s'est produit, les trois fils sont portés par un potelet, scellé dans un mur, à 6^m environ au-dessus du sol. L'homme qui a été frappé était à cheval sur la barre de scellement inférieur, tenant d'une main l'un des conducteurs. Il avait monté avec lui un fil téléphonique qu'il était en train de poser. Ce fil s'appuyait sur la barre de scellement et a touché un autre des trois conducteurs.

» *Le courant s'est fermé à travers l'homme, entrant par une main et sortant par une fesse, en court circuit.*

» Il a donc supporté directement toute la tension (4500 volts, fréquence 55 environ). Combien de temps? Il est difficile de le dire avec précision, mais certainement plusieurs minutes. Le court circuit qu'il a établi a déterminé la production d'étincelles au collecteur de l'appareil d'Épinay. L'agent qui le surveillait s'est douté d'un accident sur la ligne et a téléphoné à La Chapelle d'arrêter. Tout cela représente un temps assez long.

» A ce moment nous partions d'Épinay et nous étions déjà dans le train quand nous avons été avisés qu'un accident venait de se produire.

» *Un quart d'heure* environ après nous sommes arrivés à Saint-Denis; cet homme était toujours à cheval sur la barre de scellement et ne donnait plus signe de vie. On a eu beaucoup de mal à le descendre *et cette opération a pris au moins une demi-heure.*

» Suivant vos avis, nous avons pratiqué la respiration artificielle (en faisant manœuvrer les bras) d'abord sans résultat. Je lui ai ouvert la bouche de force et ai dégagé la langue, ses poumons ont fonctionné presque aussitôt. Il a pu parler après deux heures. Il était brûlé à la main droite et à la fesse; aujourd'hui, il va bien.

» Il y a quelques jours, on m'écrivait de nouveau : « Le blessé va bien. Il est à noter » qu'aucun trouble particulier, dû au passage du courant à travers son corps, ne s'est » manifesté. On n'a eu qu'à se préoccuper de soigner les brûlures. »

» Tout commentaire me paraît superflu, et je me contenterai de répéter comme conclusion : *Un foudroyé doit être traité comme un noyé* (1). »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur une méthode permettant de mesurer l'intensité de la vision mentale et l'aberration longitudinale de l'œil.* Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. Henri Becquerel.

« M. Charles Richet m'ayant posé ce problème : *Y a-t-il des variations du diamètre de la pupille à l'idée de distances plus ou moins grandes?* j'ai dû rechercher un procédé expérimental éliminant les influences autres que celle de l'imagination. Il fallait éviter les différences d'éclairage et les différences d'accommodation : on ne pouvait employer des perspectives d'un même objet, suggérant des distances réelles inégales, car ces figures ayant nécessairement des dimensions inégales excitent, comme je m'en suis as-

(1) En présentant ma Note à l'Académie le 4 avril 1887, M. Brown-Séquard rappelait qu'au laboratoire nous hâtions grandement les effets de la respiration artificielle en excitant électriquement les nerfs laryngés. Le Dr Laborde a trouvé un moyen simple d'arriver au même résultat en exerçant des tractions rythmées de la langue. Aussi conseillerai-je d'adjoindre à la respiration artificielle (procédé de Sylvester) le procédé que le Dr Laborde vient de décrire dans un opuscule récent. (voir *Les tractions rythmées de la langue*, Félix Alcan, éditeur; 1894).

suré, inégalement le nerf optique et agissent par là sur les variations de la pupille. Il fallait comparer les diamètres de la pupille, la quantité de lumière reçue par unité de surface sur la rétine étant la même, mais les distances de l'objet étant aussi différentes que possible d'une expérience à l'autre.

» Voici l'artifice par lequel j'ai réalisé ces conditions. Ayant collé sur une carte de bristol blanc un secteur circulaire gris jaunâtre de 30° et de 29^{mm} de rayon, je le fais considérer, dans une pièce aussi uniformément éclairée que possible, à travers un des trous du pupillomètre de Robert Houdin, en appliquant contre cet instrument une lentille convergente de 10 dioptries, et j'éloigne le plan d'épreuve sur une règle divisée jusqu'à ce que le sujet ne perçoive plus qu'une ombre à peine perceptible. Cette distance une fois trouvée, je prie l'observateur de mesurer sa pupille à cet instant. Je détermine ensuite la distance plus grande à laquelle le même secteur, vu à l'œil muni du pupillomètre, sans addition de la lentille, ne lui apparaît plus que comme une ombre à peine perceptible, la même que dans la première expérience, et je le prie de mesurer de nouveau sa pupille. On la trouve, *en général,* plus grande que dans le premier cas. La pupille se dilate donc, chez un grand nombre de sujets (les *visuels*), à l'idée de l'éloignement d'un objet, l'éclat rétinien restant le même et l'accommodation étant toujours nulle.

» La quantité de lumière reçue par l'iris est plus grande dans le premier cas que dans le second, et l'iris se contracte sous l'action directe de la lumière; mais si cette cause purement physiologique influait notablement, toutes les pupilles se dilateraient indistinctement et d'une manière à peu près égale dans la seconde expérience.

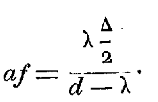
» On peut donc mesurer l'intensité de vision mentale des visuels par la fraction $\frac{\Delta - \Delta_1}{\Delta_1} = M$, en désignant par Δ le diamètre de la pupille lors de la perception du minimum perceptible à l'œil nu, par Δ_1 le diamètre de la pupille lors de la perception du minimum perceptible à travers la lentille. C'est une nouvelle quantité, d'origine psychique, et qui va permettre de calculer, dans les conditions de l'expérience, une autre quantité, dioptrique cette fois, l'aberration longitudinale de l'œil.

» Soient O une lentille équivalente au système optique de l'œil; IO le rayon de cette lentille égal à $\frac{\Delta}{2}$, le rayon de la pupille dilatée; Ω l'objet; ab l'image fournie par les rayons centraux seuls dans la première expérience à travers la lentille; $a'b'$ l'image fournie par les rayons marginaux seuls; fc la portion de la rétine éclairée par

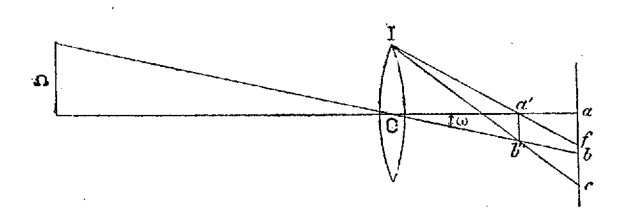
cette image; ac la portion de la rétine éclairée par la totalité des rayons; ω l'angle visuel minimum de chaque sujet pour la figure d'épreuve; d, la distance oa du point nodal à la rétine (15^{mm}), λ la distance, $a'a$ l'aberration longitudinale de l'œil, on a

$$ac = af + fc;$$

mais



$$af = \frac{\lambda \frac{\Delta}{2}}{d - \lambda}.$$



D'autre part, en vertu des proportions $\frac{fc}{a'b'} = \frac{\mathrm{I}f}{\mathrm{I}a} = \frac{\mathrm{O}a}{\mathrm{O}a'} = \frac{d}{d-\lambda}$, et $\frac{a'b'}{ab} = \frac{d-\lambda}{d}$,

on a

$$fc = ab = d \operatorname{tang} \omega;$$

donc

$$ac = \frac{\lambda \frac{\Delta}{2}}{d - \lambda} + d \operatorname{tang} \omega.$$

» La quantité de lumière Q reçue sur unité de surface de la rétine, dans le cas de la vision à l'œil nu, est proportionnelle à $\left(\frac{\Delta}{2}\right)^2$, inversement proportionnelle à p^2, p étant la distance de l'objet; elle est donc $\frac{K\left(\frac{\Delta}{2}\right)^2}{p^2\left(\frac{\lambda \frac{\Delta}{2}}{d-\lambda} + d \operatorname{tang}\omega\right)^2}$ ou, comme $\Omega = p \operatorname{tang}\omega$,

on a

$$Q = \frac{K\left(\frac{\Delta}{2}\right)^2 \operatorname{tang}\omega^2}{\Omega^2\left(\frac{\lambda \frac{\Delta}{2}}{d-\lambda} + d \operatorname{tang}\omega\right)^2},$$

» Dans le cas de l'expérience à travers la lentille, la quantité de lumière Q_1 reçue par unité de surface sur la rétine est proportionnelle à $\left(\frac{\Delta_1}{2}\right)^2$, inversement proportionnelle à p_1^2, p_1 étant la distance de l'objet; donc $\frac{K\left(\frac{\Delta_1}{2}\right)^2}{p_1^2 \overline{ab}^2}$ ou, comme $\overline{ab}^2 = \Omega^2 \frac{d^2}{p_1^2}$,

on a $Q_1 = \dfrac{K\left(\frac{\Delta_1}{2}\right)}{\Omega^2 d^2}$. Égalant Q et Q_1, on a $\dfrac{\frac{\Delta}{2}\operatorname{tang}\omega}{\dfrac{\lambda\frac{\Delta}{2}}{d-\lambda} + d\operatorname{tang}\omega} = \dfrac{\frac{\Delta_1}{2}}{d}$, d'où l'on tire

$$\lambda = d\frac{\operatorname{tang}\omega\, d\left(\frac{\Delta}{2}-\frac{\Delta_1}{2}\right)}{\frac{\Delta}{2}\frac{\Delta_1}{2}+\operatorname{tang}\omega\, d\left(\frac{\Delta}{2}-\frac{\Delta_1}{2}\right)} = d\frac{2\operatorname{tang}\omega\, d\frac{\Delta-\Delta_1}{\Delta_1}}{\Delta+2\operatorname{tang}\omega\, d\frac{\Delta-\Delta_1}{\Delta_1}} = d\frac{2\operatorname{tang}\omega\, M}{\frac{\Delta}{d}+2\operatorname{tang}\omega\, M}.$$

» Les Tableaux suivants présentent des extraits d'expériences faites sur mes auditeurs à l'École pratique des Hautes Études :

Sujets.	Δ. (mm)	Δ_1. (mm)	M.	tang ω.	λ. (mm)
F.......	6,5	4,5	0,444	$\frac{29}{580} = 0,05$	1,39
J.......	9,5	8	0,187	$\frac{29}{320} = 0,09$	0,76
D.......	7,5	7	0,71	$\frac{29}{890} = 0,0326$	1,27
A.......	5,5	4,75	0,158	$\frac{29}{320} = 0,09$	1,08

» Pour éviter toute variation dans l'éclairage ambiant et toute chance d'admission de lumière à l'intérieur du pupillomètre, j'avais précédemment exécuté les mêmes expériences avec un angle de 51°,5 et de 25^{mm} de côtés dans une chambre noire, à la lueur d'une bougie. L'éclairage était trop faible pour qu'on pût mesurer simultanément la pupille : les mesures indiquées ci-dessous ont été faites aussi vite que possible après l'expérience *sur l'œil qui venait d'observer :*

Sujets.	Δ. (mm)	Δ_1. (mm)	M.	tang ω.	λ. (mm)
F.......	6,5	3,5	0,85	$\frac{25}{1600} = 0,0156$	0,865
F.......	5,5	3,5	0,571	$\frac{25}{1300} = 0,0193$	0,848
A.......	9	7	0,28	$\frac{25}{400} = 0,0625$	0,827
D.......	6,5	5,5	0,181	$\frac{25}{4300} = 0,00582$	0,724

» Les λ de la première série d'expériences sont un peu trop forts parce que les tang ω sont un peu trop forts, sans doute à cause de la présence, dans le local, de poussières dont il était impossible de s'affranchir. Au contraire, si l'on prend la différence de d avec la moyenne des quatre valeurs de λ dans la deuxième série d'expériences, on trouve $0^{m},01418 = 70^{\text{dioptries}},5$ et l'on obtient ainsi pour λ en dioptries : 3,9, nombre identique à la valeur théorique que M. le Dr Tscherning a calculée pour l'œil, en supposant sphériques les surfaces, et uniformes les indices de réfraction.

» D'autres expériences sur d'autres yeux m'ont donné des valeurs de λ sensiblement plus petites : il n'y a pas lieu de s'en étonner. »

OPTIQUE. — *Spectre d'absorption des solutions bromhydriques de bromure cuivrique*. Note de M. **Paul Sabatier**.

« Dans une Communication antérieure ([1]), j'ai étudié les spectres d'absorption du bromure cuivrique dissous, soit dans l'alcool absolu, soit dans des quantités plus ou moins grandes d'eau.

» Le pouvoir absorbant, déjà très marqué dans les solutions alcooliques du bromure anhydre, est encore bien plus grand pour les dissolutions dans l'acide bromhydrique *concentré*, ainsi que je l'ai déjà indiqué précédemment ([2]). Pour une teneur en cuivre inférieure à $0^{gr},5$ de métal par litre, la solution aqueuse est presque incolore; la solution alcoolique, nettement colorée en jaune brun, est encore très diaphane; mais la solution bromhydrique est à peu près opaque. Il faut, pour observer son spectre d'absorption, opérer sur des liqueurs bromhydriques très pauvres en cuivre ou sur des épaisseurs très faibles de liquide. C'est une condition peu favorable à l'évaluation précise des coefficients de transmission. Une autre difficulté provient de l'altération spontanée de ces liqueurs.

» Quoique maintenues à l'abri de la lumière en flacons bouchés à l'émeri, ces dissolutions se chargent peu à peu de brome libre, facile à manifester, soit en diluant la liqueur, qui prend alors une teinte jaune plus ou moins foncée, soit en présentant au goulot du vase un papier imbibé d'iodure de potassium, qui brunit aussitôt. La dose de brome libre augmente avec celle du bromure cuivrique, sans qu'il y ait proportionnalité.

» Ainsi après plusieurs mois, pour une richesse en acide bromhydrique à peu près identique, une liqueur, contenant par litre $0^{gr},0255$ de cuivre, renfermait $0^{gr},880$ de brome libre par litre. Une liqueur, renfermant $0^{gr},175$ de cuivre, contenait $5^{gr},120$ de brome libre par litre. Une solution, qui avait par litre $1^{gr},2$ de cuivre, avait $6^{gr},08$ de brome libre.

» L'acide pur, qui avait servi à la confection de ces liqueurs, ne renfermait au contraire que des traces non dosables de brome libre.

» Cette formation doit, sans doute, être attribuée à l'oxydation de l'acide bromhydrique concentré, réaction exothermique qui est amorcée

([1]) *Comptes rendus*, 1894, p. 1042.
([2]) *Ibid.*, p. 980.

par le bromure métallique dissous. M. Berthelot a signalé une action analogue subie par l'acide chlorhydrique concentré, grâce au concours simultané de la lumière et d'un chlorure métallique (manganeux et même ferrique) [1], et il a indiqué le mécanisme général de ce genre de transformations. C'est vraisemblablement à un oxychlorure, issu du chlorure, puis le régénérant de nouveau aux dépens de l'acide, qu'il convient de rapporter la cause du phénomène, et ce qui le prouve, c'est que l'intensité de l'absorption lumineuse se trouve diminuée.

» En observant sous l'épaisseur de $2^{mm},5$ une solution récente renfermant par litre $0^{gr},150$ de cuivre dissous à l'état de bromure cuivrique, avec 780^{gr} d'acide bromhydrique, on constate que la transmission de la lumière, très notable dans le rouge, décroît rapidement dans le jaune et le vert, présente un minimum bien accusé dans le bleu vers $\lambda = 503^{\mu\mu}$, puis de nouveau s'accroît dans l'indigo et le violet. La couleur d'ensemble est pourpre.

» Nous indiquons ci-dessous les valeurs obtenues pour les coefficients de transmission α, comparativement avec les solutions bromhydriques, avec les solutions alcooliques de bromure anhydre, et avec les solutions aqueuses vertes ou bleues (voir p. 1044).

λ en μμ.	Bromhydrate.	Bromure anhydre.	Hydrate vert.	Hydrate bleu.
720.....	0,310	0,30	0,80	0,72
700.....	0,225	0,45	0,83	0,825
680.....	0,072	0,56	0,86	0,908
660.....	0,001	0,645	0,894	0,942
640.....	$0,97 \times 10^{-4}$	0,70	0,940	0,959
620.....	$0,8 \times 10^{-6}$	0,66	0,962	0,971
600.....	$0,95 \times 10^{-9}$	0,60	0,973	0,981
580.....	$0,104 \times 10^{-9}$	0,53	0,980	0,989
560.....	$0,25 \times 10^{-11}$	0,42	0,983	0,995
540.....	$0,32 \times 10^{-13}$	0,30	0,980	0,997
520.....	$0,12 \times 10^{-16}$	0,19	0,975	0,998
500.....	$0,50 \times 10^{-17}$	0,10	0,968	0,999
480.....	$0,52 \times 10^{-12}$	0,05	0,962	»
460.....	$0,70 \times 10^{-7}$	0,015	0,951	»
440.....	$0,12 \times 10^{-5}$	0,0025	0,935	»

» On voit qu'à partir de $\lambda = 660^{\mu\mu}$, l'absorption est excessivement in-

[1] *Comptes rendus*, t. CIX, p. 546; 1889.

tense. Aussi dès que l'on accroît l'épaisseur de la dissolution ou sa richesse en cuivre, on ne perçoit plus que les rayons rouges de longueurs d'onde supérieures à $680^{\mu\mu}$. De cette extraordinaire puissance de coloration, résulte l'extrême sensibilité du procédé que nous avons décrit antérieurement pour reconnaître des traces de cuivre. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les transformations moléculaires de quelques composés chromiques*. Note de M. A. **Recoura**.

« Je me propose d'étudier dans ce travail les transformations moléculaires qu'éprouve l'hydrate chromique dans certaines circonstances.

» *L'hydrate chromique normal* $Cr^2(OH)^6 + Aq$ est un précipité bleu verdâtre que produisent les alcalis dans la solution d'un sel violet de chrome. Il est caractérisé par ce fait qu'il peut fixer 3 molécules d'acide sulfurique en dégageant $49^{cal},2 = 6 \times 8,2$ ou 6 molécules d'acide chlorhydrique en dégageant $41^{cal},4 = 6 \times 6,9$ (M. Berthelot).

» *Hydrate des dissolutions vertes* $Cr^2O(OH)^4 + Aq$. — Quand on décompose le sulfate vert basique que j'ai décrit (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 1439) par une quantité équivalente d'alcali, il se dédouble immédiatement de la façon suivante :

$$Cr^4O(OH)^{10} = 2\,Cr^2O(OH)^4 + H^2O,$$

car une molécule de l'hydrate ainsi précipité de la solution verte ne peut plus fixer, ainsi que je l'ai montré, que 2 molécules d'acide sulfurique, pour donner le nouveau sulfate basique $Cr^2O(SO^4)^2$ qui est incapable de fixer une nouvelle quantité d'acide.

» Cet hydrate fixe 2 molécules d'acide sulfurique en dégageant $35^{cal} = 4 \times 8,75$ ou bien 4 molécules d'acide chlorhydrique en dégageant $28^{cal},2 = 4 \times 7,05$.

» *Hydrate de sulfochromyle* $[Cr^4O(SO^4)^4](OH)$. — Il y avait lieu de se demander néanmoins si le sulfate basique $Cr^4O(SO^4)^5$ des dissolutions vertes correspondait à un hydrate spécial $Cr^4O(OH)^{10}$, quoique cet hydrate ne pût être isolé. Dans ce but, j'ai étudié à un nouveau point de vue la constitution de la dissolution verte de sulfate. Favre et Valson (*Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 1023) ont montré, et je l'ai vérifié, que cette dissolution, quand on la traite par le chlorure de baryum, ne laisse précipiter, *à froid*, immédiatement, que le tiers de son acide sulfurique. Les

deux autres tiers sont dissimulés et par conséquent engagés dans un radical, de sorte que la dissolution verte aurait la constitution suivante :

$$[Cr^4O(SO^4)^4]SO^4 + SO^4H^2,$$

le sel basique étant le sulfate de la base à radical complexe

$$[Cr^4O(SO^4)^4](OH)^2$$

et le chlorure de baryum ne faisant la double décomposition qu'avec l'acide libre et l'acide combiné à cette base.

» J'ai pu mettre cette base en liberté en traitant la solution verte par la quantité d'alcali convenable. Elle est soluble et sa dissolution est d'un vert plus éclatant que la solution verte primitive. J'ai mesuré sa chaleur de neutralisation par l'acide sulfurique :

$$[Cr^4O(SO^4)^4](OH)^2 \text{ diss.} + SO^4H^2 \text{ diss.}$$
$$= [Cr^4O(SO^4)^4]SO^4 \text{ diss.} + H^2O + 14^{cal},2 = 2 \times 7,1$$

Quand on traite la dissolution de cette base par une quantité d'alcali équivalente à l'acide sulfurique qui existe dans son radical, on détruit ce radical et l'on précipite l'hydrate $Cr^2O(OH)^4$ dont je parlais tout à l'heure.

» Il était intéressant de savoir si, dans la dissolution verte $Cr^2O(SO^4)^2$ qui résulte de la neutralisation de cet hydrate par l'acide sulfurique, cet acide est dissimulé comme dans le radical $[Cr^4O(SO^4)^4]$. J'ai constaté qu'il n'en est rien et que, par conséquent, le sulfate vert $Cr^2O(SO^4)^2$ est un sulfate basique ordinaire, le sulfate de la base $Cr^2O(OH)^4$, tandis que le sulfate vert $Cr^4O(SO^4)^5$ des dissolutions chauffées n'est pas le sulfate d'un hydrate $Cr^4O(OH)^{10}$, mais le sulfate normal de la base complexe $[Cr^4O(SO^4)^4]OH)^2$, qu'on peut appeler *hydrate de sulfochromyle*.

» *Chaleurs de transformation.* — J'ai mesuré les quantités de chaleur dégagées par la solution violette et la solution verte quand on les traite par un excès de soude suffisant pour redissoudre le précipité d'hydrate formé [$24NaOH$ pour $Cr^2(OH)^6$]. J'ai démontré antérieurement que, pourvu que l'on opère d'une façon identique dans les deux cas, l'état final est le même. La différence de ces deux quantités de chaleur

$$88^{cal},14 - 126^{cal},05 = -37^{cal},9$$

représente la chaleur absorbée par 2 molécules de sulfate violet dissous pour se transformer en dissolution verte, c'est-à-dire en sulfate de sulfochromyle et acide sulfurique libre.

» Je rappelle que j'ai établi (*Comptes rendus*, t. CXIII, p. 857) que, sous l'influence de la chaleur, le sulfate violet *solide* se transforme en un composé isomère $Cr^2(SO^4)^3$ vert qui n'est ni un sulfate, ni un sel de chrome, mais un composé d'une espèce particulière dans lequel *la totalité* de l'acide sulfurique est dissimulée. J'ai fait voir que 2 molécules de ce composé dissous se transforment en une dissolution identique à la dissolution de sulfate violet chauffée en dégageant $+ 8^{cal},4$. Par conséquent 2 molécules de cet isomère du sulfate violet se transforment à l'état de dissolution en 2 molécules de sulfate violet avec un dégagement de chaleur de $+ 37^{cal},9 + 8^{cal},4 = + 46^{cal},3$, ou $+ 23^{cal},15$ pour 1 molécule.

» Pour la transformation de l'hydrate normal $Cr^2(OH)^6 + Aq$ en hydrate $Cr^2O(OH)^4 + Aq$, j'ai utilisé les deux réactions suivantes :

$Cr^2(OH)^6 + Aq + 18NaOH$ diss. $= Cr^2O^3$ dissous dans $18NaOH$.... $+2^{cal},97$
$Cr^2O(OH)^4 + Aq + 18NaOH$ diss. $= Cr^2O^3$ dissous dans $18NaOH$.... $+4^{cal},22$

L'état final étant identique, comme je l'ai déjà dit, on en déduit :

$Cr^2(OH)^6 + Aq = [Cr^2O(OH)^4 + Aq] + H^2O$ liq. $= 2^{cal},97 - 4^{cal},22 = - 1^{cal},25$
$Cr^2(OH)^6 + Aq = [Cr^2O(OH)^4 + Aq] + H^2O$ sol. $= - 1^{cal},25 + 1^{cal},43 = + 0^{cal},18$

» Ainsi donc, la transformation chimique proprement dite de l'hydrate chromique normal dans l'hydrate des dissolutions vertes se produirait avec un dégagement de chaleur *observé* de $0^{cal},2$. Il est probable que le dégagement de chaleur provenant de la transformation moléculaire est plus grand, mais qu'il est masqué par une absorption de chaleur résultant de la séparation de plusieurs molécules d'eau *d'hydratation* que j'ai désignées, suivant l'usage, par Aq, lesquelles, en passant de l'état solide à l'état liquide, absorbent de la chaleur; quand on l'abandonne à lui-même après sa précipitation, on constate que sa chaleur de neutralisation devient de moins en moins grande avec le temps, en se rapprochant de plus en plus de celle qui répond à l'hydrate susceptible de s'unir avec 4HCl. S'il se trouve en présence d'un alcali, sa transformation est très rapide. La déshydratation moléculaire va même plus loin que l'hydrate $Cr^2O(OH)^4$; en effet, la dissolution alcaline d'oxyde de chrome laisse à la longue précipiter spontanément l'oxyde qui est insoluble immédiatement dans les acides étendus. Il y a plus, lorsqu'on précipite l'oxyde dissous dans la soude, en la saturant par un excès, toujours le même, d'acide sulfurique, les proportions relatives étant identiques, la dose de chaleur qui répond à la neutralisation de l'oxyde de chrome est d'autant plus faible que le temps

écoulé depuis sa dissolution initiale par la soude est plus considérable; par exemple, pour $2SO^4H^2$ étendu $+ Cr^2O^3$, Aq : $+ 25^{cal}$ après $10'$; $+ 22^{cal},5$ après $25'$; $+ 15^{cal},8$ après $70'$; cette différence pourrait tenir à ce que l'oxyde de chrome ainsi modifié s'unirait avec des quantités d'acide de plus en plus faibles. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques combinaisons de l'ammoniac avec divers sels d'argent.* Note de MM. **Joannis** et **Croizier**.

« L'ammoniac forme, avec les sels métalliques, des combinaisons dont un assez grand nombre sont connues. Nous avons repris l'étude de ces composés en vue d'un travail qui fera l'objet de Communications ultérieures.

» Isambert, Rammelsberg, Rose et les autres chimistes qui ont étudié ces combinaisons, les obtenaient en faisant arriver sur les sels métalliques un courant d'ammoniac gazeux jusqu'à ce qu'ils n'augmentassent plus de poids. Grâce à la méthode suivante, qui avait permis à l'un de nous de préparer les chlorures ammoniacaux de sodium et de baryum, que l'autre méthode n'avait pas fournis, nous avons pu réaliser les combinaisons connues, les obtenir mieux définies et en produire de nouvelles.

» On envoie un courant d'ammoniac sec dans un tube contenant un poids connu du sel à étudier préalablement desséché, de façon que la chaleur dégagée par la combinaison n'amène pas la fusion d'une partie du sel; il deviendrait alors très difficile à saturer complètement d'ammoniac. Quand l'arrivée d'une dernière partie de ce gaz n'échauffe plus sensiblement le tube, on le refroidit dans un mélange de glace et de sel marin, tandis qu'on laisse réchauffer à l'air le réservoir d'ammoniaque; ce liquide distille dans le tube, s'y liquéfie et achève la saturation du sel.

» Nous avons représenté la courbe résumant les résultats obtenus par la formule donnée par A. Dupré pour les tensions de vapeurs et appliquée par M. Bertrand à la dissociation des chlorures ammoniacaux étudiés par Isambert.

$$\log P = \frac{a}{T} + b \log T + c,$$

dans laquelle P est la pression en centimètres de mercure et T la température absolue; a, b et c sont des constantes à déterminer pour chaque composé.

» *Bromure d'argent.* — Le bromure d'argent qui, d'après Rammelsberg ([1]), n'absorbe pas d'ammoniaque, a donné les trois composés suivants, tous les trois solides et blancs,

	$AgBr, 3AzH^3$.		$AgBr\,\frac{3}{2}AzH^3$.		$AgBrAzH^3$.	
	Calculé.	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.
AgBr....	78,66	78,56	88,06	88,07	91,71	91,74
AzH^3....	21,34	21,44	11,94	11,93	8,29	8,26

» On voit que l'accord entre les nombres théoriques et les résultats de l'expérience est aussi complet que possible.

» Les formules reliant les tensions de dissociation aux températures sont :

Pour $AgBr, 3AzH^3$.... $\log P = -\frac{1787,1294}{T} + 1,075\log T + 5,7148$

Pour $AgBr, \frac{3}{2}AzH^3$.... $\log P = -\frac{6650,6086}{T} - 35,239\log T + 111,1904$

Pour $AgBr, 2AzH^3$.... $\log P = -\frac{4033,0512}{T} - 13,249\log T + 47,5847$

» Les températures de dissociation de ces composés sous la pression normale sont respectivement 3°,5; 34° et 51°,5.

» *Iodure d'argent.* — On ne connaissait jusqu'ici que le composé $AgI, \frac{1}{2}AzH^3$. Nous avons obtenu en outre AgI, AzH^3 qui est solide et blanc comme le premier. Voici les compositions trouvées :

	AgI, AzH^3.		$AgI, \frac{1}{2}AzH^3$.	
	Calculé.	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.
AgI..........	93,25	92,92	96,51	96,34
AzH^3.........	6,75	7,08	3,49	3,66

» La formule qui relie les tensions de dissociation aux températures se confond pour AgI, AzH^3 avec celle du composé $AgBr, 3AzH^3$ et elle est pour $AgI, \frac{1}{2}AzH^3$:

$$\log P = -\frac{3438,3604}{T} - 8,8803\log T + 34,0799.$$

» Leurs températures de dissociation sous la pression normale sont respectivement 3°,5 et 90°.

([1]) Rammelsberg, *Pogg. Ann.*, t. LV, p. 248; *Ibid.*, t. XLVIII, p. 170.

» *Cyanure d'argent.* — Le composé AgCy, AzH^3 a été signalé par Isambert ([1]); voici l'analyse du composé qui nous a servi

	Calculé.	Trouvé.
AgCy	88,74	88,36
AzH^3	11,26	11,64

» Il est très soluble dans l'ammoniaque à — 10°.

» La formule de ses tensions de dissociation est

$$\log P = -\frac{12497,1255}{T} - 58,7176 \log T + 186,3546,$$

la température de dissociation sous la pression normale est 102°. Sa tension de dissociation à 100°, indiquée par Isambert comme égale à 55^{cm}, a été trouvée égale à 69^{cm} sur des échantillons de cyanure d'argent préparés par des méthodes différentes.

» *Azotate d'argent.* — Ce sel forme avec l'ammoniaque les trois combinaisons connues ([2])

$$AzO^3Ag, 3AzH^3; \quad AzO^3Ag, 2AzH^3; \quad AzO^3Ag, AzH^3.$$

» Nous avons trouvé pour la composition des deux premières

	$AzO^3Ag, 3AzH^3$.		$AzO^3Ag, 2AzH^3$.	
	Calculé.	Trouvé.	Calculé.	Trouvé.
AzO^3Ag	76,92	76,44	83,33	82,92
AzH^3	23,08	23,56	16,67	17,08

» Le premier composé est très soluble dans l'ammoniaque liquide au-dessous de — 10°. Les tensions de dissociation sont données par la formule

$$\log P = -\frac{5864,6826}{T} - 26,1384 \log T + 85,3665.$$

» Sous la pression normale il se dissocie à 63°.

» Le deuxième composé $AzO^3Ag, 2AzH^3$ se dissocie sous la pression normale vers 170°, mais sa dissociation se fait irrégulièrement et nous n'avons pu l'étudier à ce point de vue. »

---

(1) Isambert, *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure;* 1868.

(2) Rose, *Pogg. Ann.*, t. XX, p. 153; Kane, *Ann. Chim. Phys.*, t. LXII, p. 282; Reychtes, *Berichte,* t. XVI, p. 990.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la recherche de l'acide chlorhydrique.* Note de MM. **A. Villiers** et **M. Fayolle**, présentée par M. Henri Moissan.

« La recherche de l'acide chlorhydrique présente, comme on le sait, une assez grande difficulté, lorsqu'on se trouve en présence d'une quantité notable des autres hydracides (bromhydrique et iodhydrique). La méthode classique, fondée sur la production de l'acide chlorochromique, n'est utilisable que lorsqu'il s'agit de caractériser des doses massives d'acide chlorhydrique. De plus, elle est d'une application assez dangereuse, de violentes explosions pouvant se produire en présence des iodures.

» M. Denigès a indiqué, en 1891 (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 5e série, t. XXIII, p. 29 et 337), un procédé fondé sur la transformation partielle du chlore et du brome en hypochlorite et hypobromite alcalins et sur la différence des colorations produites par ces derniers sur une solution d'aniline, ou mieux, de phénate d'aniline. L'iode et le brome sont d'abord éliminés par un traitement au chromate de potasse et à l'acide sulfurique, puis le chlore est mis en liberté par le permanganate de potasse. Ces diverses réactions nécessitent une élimination complète de l'iode et du brome. Or, nous avons constaté que l'acide chromique n'est pas sans action sur l'acide chlorhydrique, dans les conditions de l'expérience. De plus, d'après le dispositif indiqué par M. Denigès, on ne recueille qu'une partie du chlore dégagé par le permanganate. Pour cette double raison, les résultats obtenus ne sont pas constants, et surtout, la sensibilité n'est pas très grande, quoique bien supérieure, cependant, à celle que l'on peut obtenir par la production de l'acide chlorochromique.

» La méthode que nous proposons est d'une application plus commode. Elle donne des résultats constants et la sensibilité est, pour ainsi dire, indéfinie. Elle permet, en effet, de déceler, avec la plus grande netteté, la présence de 1^{mgr} d'acide chlorhydrique, et même de $0^{mgr},1$, en présence de plus de 1000 parties d'un mélange de bromure et d'iodure. Elle est fondée sur la différence d'action des halogènes sur une solution acide d'aniline, l'iode ne produisant pas de réaction apparente, ou, du moins, donnant un produit de substitution incolore et soluble, le brome formant un produit de substitution insoluble, complètement blanc; le chlore donnant des produits d'oxydation colorés, noirs et insolubles, s'il est en quantité notable, rouge violet à chaud, bleus à froid et virant au rouge au bout de quelque temps, dans le cas contraire.

» La sensibilité du réactif dépend de l'acidité de la solution d'aniline; une solution non acide ne donne pas de résultats; une solution contenant une grande quantité d'un acide minéral ne se colore pas ou se décolore rapidement par l'échauffement. Il est préférable d'employer un acide organique tel que l'acide acétique, avec lequel l'échauffement ne produit pas la décoloration. Nous nous sommes arrêtés à la formule suivante :

Solution aqueuse saturée d'aniline incolore	400^{cc}
Acide acétique cristallisable	100^{cc}

» Cette liqueur paraît se conserver indéfiniment, sans se colorer, dans des flacons jaunes.

» La liqueur essayée est amenée par évaporation ou addition d'eau à un volume de 10^{cc}, et introduite dans un ballon. On ajoute 5^{cc} d'un mélange à volumes égaux d'acide sulfurique et d'eau, puis 10^{cc} d'une solution saturée de permanganate de potasse, et l'on chauffe doucement, en dirigeant les gaz dans 3^{cc} à 5^{cc} du réactif, contenus dans un tube à essai plongeant dans l'eau froide. En l'absence du brome et de l'iode, on obtient encore ainsi avec $0^{mgr},1$ d'acide chlorhydrique une coloration bleuâtre, qui se transforme lentement à froid et rapidement à chaud en une coloration rosée plus manifeste. Quand la dose d'acide chlorhydrique augmente, on obtient soit une coloration (très intense déjà pour 1^{mgr}), soit des précipités noirs. Les phénomènes sont différents lorsqu'on se trouve en présence des autres hydracides. Dans les proportions indiquées, l'iode est complètement oxydé et ne passe pas à la distillation, le brome qui est entraîné forme avec le réactif un précipité, et le chlore dégagé colore le réactif, ainsi que le précipité bromé. Mais il se forme, en même temps, du chlorure de brome, lequel n'agit pas comme le chlore, et qui diminue considérablement la précision et surtout la sensibilité de la réaction. Cependant, nous avons obtenu encore les résultats suivants :

Avec HI seul	pas de réaction.
» HBr seul	précipité blanc, liqueur incolore.
» 0,050 HI + 0,050 HBr + 0,050 HCl..	liqueur bleu très intense, puis violet foncé; précipité noir.
» » » + 0,010 HCl..	liqueur et précipité bleu, puis rose intense.
» » » + 0,003 HCl..	teinte bleuâtre, puis nettement rosée.
» » » + 0,001 HCl..	teinte appréciable (rosée au bout de quelque temps).

» La dernière coloration est très faible et l'on n'observe plus rien pour

des dilutions plus grandes. Ainsi qu'on le voit, ces résultats sont suffisants pour déceler la présence de l'acide chlorhydrique en présence des autres hydracides, même en proportions assez faibles. C'est ainsi que l'on peut caractériser la présence des chlorures dans un assez grand nombre de bromures et d'iodures commerciaux. De même, en ajoutant directement de l'eau bromée dans le réactif, la coloration du précipité obtenu pourra indiquer la présence du chlore dans le brome, si ce premier se trouve en assez grande proportion, ce qui a lieu souvent dans le brome du commerce.

» Cependant la sensibilité du procédé est de beaucoup diminuée par la présence des autres halogènes, et les résultats sont moins constants. Il est facile, ainsi que nous le montrerons dans une prochaine Note, de remédier à ces inconvénients et d'obtenir la même sensibilité que dans le cas de l'acide chlorhydrique seul. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le géraniol de l'essence d'*Andropogon Schœnanthus. Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault**.

« O. Jacobsen a décrit sous le nom de *géraniol* [*Ann. Ch.*, t. CLVII, p. 232; *Bull. Soc. chim.*, (2), t. XVI, p. 164] un alcool qui forme la presque totalité de l'*essence de géranium indou*. L'auteur ne donne aucune indication sur la plante qui a fourni l'essence qu'il a étudiée.

» Récemment, M. Semmler [*D. Chem. Ges.*, t. XXIII, p. 1099 et 2965; t. XXIV, p. 201 et 682; *Bull. Soc. chim.*, (3), t. V, p. 1019; t. VI, p. 124, 591 et 1000] étudia l'essence d'*Andropogon Schœnanthus*, vendue dans le commerce sous le nom d'*essence de géranium indou*, et annonça l'identité de cette substance avec le géraniol de Jacobsen.

» L'an dernier, l'un de nous, se fiant aux réactions indiquées par ces deux auteurs, ainsi qu'aux résultats du travail d'Eckart sur le rhodinol [*Arch. pharm.*, t. CCXXIII, p. 315; *Bull. Soc. chim.*, (3), t. VIII, p. 174], admit que le rhodinol, le géraniol du pélargonium et le géraniol de l'*Andropogon* possédaient la même constitution, le dernier constituant le racémique des deux autres qui sont actifs tous les deux et qui semblent identiques.

» Depuis, M. Bouchardat a annoncé avoir obtenu ce même géraniol par isomérisation d'un linalol extrait de l'essence de lavande (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1253); enfin, MM. Tiemann et Semmler [*Bull. Soc. chim.*,

(3), t. IX, p. 979], se basant sur cette affirmation de M. Bouchardat, prétendirent que tous les alcools en $C^{10}H^{18}O$ étaient identiques au géraniol ou pouvaient se transformer en géraniol par l'action de l'anhydride acétique; ils proposèrent en même temps pour le géraniol la constitution suivante :

```
         CH³
         |
         C
        / \\
      CH   CH
      ||   |
      CH   CH²OH
        \
         CH²
         |
         CH
        /  \
     CH³    CH³
```

ils annonçaient en même temps que l'aldéhyde de cet alcool était identique au citral ou aldéhyde citriodorique et identique également au licaréal, au linalal, au rhodinal, etc.

» Ces affirmations ont été à nouveau corroborées dans un récent travail de MM. Bertram et Gildemeister (*Journ. f. prakt. Chem.*, 2e série, t. XLIX, p. 185). Ces chimistes ont combiné au chlorure de calcium le géraniol de l'andropogon, celui du pélargonium, le rhodinol de l'essence de roses, l'alcool isomérisé préparé par eux au moyen de l'essence de linaloë. Tous ces alcools leur ont fourni des combinaisons cristallisées qui, décomposées par l'eau, ont donné naissance à des alcools que leurs propriétés physiques les ont conduits à déclarer identiques.

» Un certain nombre des faits que nous venons d'énoncer étant en contradiction avec ceux que nous avons constatés à propos de l'aldéhyde citriodorique, nous avons repris l'étude de l'essence d'*Andropogon Schœnanthus* et en particulier son oxydation.

» Dans une première expérience, nous avons fait tomber le géraniol dans le mélange chromosulfurique bouillant en quantité calculée pour dégager O^{10} par molécule d'alcool ; nous avons obtenu :

» 1° Un dégagement abondant d'acide carbonique entraînant de la diméthylcétone C^3H^6O;

» 2° Un mélange d'acides volatils formés exclusivement d'acides acétique et formique, sans aucune trace d'acide valérianique;

» 3° De l'acide térébique $C^7H^{10}O^4$ cristallisé et fusible à 174°, avec lequel nous avons préparé le diatérébate de baryum que nous avons analysé.

» Dans une seconde expérience, le mélange chromosulfurique en quantité capable de fournir O^2 par molécule d'alcool a été ajouté peu à peu au géraniol; dans ces conditions, nous avons obtenu :

» 1° Du géranial $C^{10}H^{16}O$ bouillant à 113° sous une pression de 13^{mm}, identique à l'aldéhyde citriodorique.

» 2° Une méthylhepténone $C^8H^{14}O$ bouillant à 169°-172° et possédant toutes les propriétés de la méthylhepténone naturelle; de même que cette dernière, elle ne donne pas le dérivé bromé cristallin signalé par MM. Tiemann et Semmler. La réaction qui engendre la méthylhepténone fournit en même temps du paracymène qui provient de l'action de l'acide sulfurique dilué sur le géranial, ainsi que nous nous en sommes assurés par une expérience spéciale.

» Le mélange des deux corps traité par l'hydroxylamine nous a donné l'oxime bouillant à 112°-115° sous une pression de 12^{mm}, que nous avons séparée du paracymène par distillation fractionnée; cette séparation n'a d'ailleurs pas été complète, car à l'analyse nous avons obtenu des chiffres un peu trop élevés pour le carbone.

» 3° De l'acide méthylhepténone carbonique $C^8H^{13}O.CO^2H$ dont nous avons analysé les sels de baryum et de calcium.

» Nous avons également réalisé l'oxydation permanganique du géraniol. Dans ces conditions, M. Semmler annonce avoir obtenu presque 1 molécule d'acide valérianique par molécule de géraniol oxydé; nous n'avons obtenu que de l'acide acétique comme acides volatils.

» En un mot, le géraniol de l'*Andropogon Schœnanthus* nous a fourni les mêmes produits d'oxydation que l'aldéhyde citriodorique; nous pouvons donc admettre, comme l'ont déjà fait MM. Tiemann et Semmler (et c'est en cela que nous sommes d'accord avec eux), que l'aldéhyde citriodorique est bien réellement l'aldéhyde du géraniol de l'*Andropogon Schœnanthus,* qui possédera la constitution

```
          CH³
           |
           C
         /  \\
     CH²      CH²
      |
     CH²      CH²OH
        \    /
          C
          ||
        /    \
     CH³      CH³
```

et non pas celle que ces savants ont indiquée.

» Les expériences que nous avons entreprises sur l'essence de pélargonium nous permettent d'affirmer dès à présent que cette essence est absolument différente de l'essence d'*Andropogon Schœnanthus;* on ne peut donc plus laisser à l'alcool de l'essence d'*Andropogon Schœnanthus* (Graminées) le nom de *géraniol,* qui perpétuerait une erreur fâcheuse. Nous proposons de le nommer *lémonol,* ce qui indique ses rapports avec l'aldéhyde citriodorique, à laquelle conviendrait le nom de *lémonal* qui rappelle son origine (essence de lémon grass, *Andropogon citratus,* graminées), en même temps que sa fonction chimique. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Existe-t-il une digestion sans ferments digestifs des matières albuminoïdes?* par M. A. **Béchamp**.

« M. A. Dastre (*Comptes rendus,* t. CXVIII, p. 959) a étudié les transformations que subissent « les substances albuminoïdes crues » au contact de solutions salines antiseptiques, et a assuré que ces transformations sont les mêmes qu'elles éprouvent sous l'influence du suc gastrique ou du suc pancréatique; d'où il suivrait qu'il existerait des digestions sans ferments digestifs. M. Dastre a particulièrement étudié la fibrine fraîche soumise à l'action de dissolutions de fluorure et de chlorure de sodium; il reconnaît que cette fibrine ne se dissout pas simplement, et admet que c'est en se transformant en diverses substances appelées *globulines, protéoses* (propeptones) et *peptones,* comme elle le ferait sous l'influence du suc gastrique. Pour expliquer les résultats qu'il a obtenus, l'auteur, mettant hors de cause les agents physiologiques, n'a vu que deux hypothèses possibles, et il s'arrête à celle qui consiste à admettre l'action physique de la solution saline sur l'albuminoïde instable qu'est la fibrine, la caséine et l'albumine. Enfin, M. Dastre a donné ses expériences comme un nouvel exemple de « l'extrême mutabilité des albuminoïdes » et comme apportant « une con» firmation à la doctrine soutenue par M. Duclaux de l'inanité des spécifica» tions chimiques établies dans cette catégorie de produits organiques ».

» Depuis longtemps, comme M. Dastre aujourd'hui, j'ai publié les résultats d'expériences démontrant que la disparition progressive de la fibrine immergée soit dans l'acide chlorhydrique très dilué, soit dans l'eau pure, avec ou sans addition d'un agent antiseptique, n'est pas le fait d'un simple phénomène de dissolution, mais le résultat d'une transformation [1]. Sur ce point, l'expérience de M. Dastre est l'éclatante confirmation

---

[1] A. Béchamp, *Mémoire sur les matières albuminoïdes* (*Savants étrangers,* n° 3, p. 212 et p. 408; 1884).

des miennes. Où je suis encore d'accord avec M. Dastre, c'est lorsqu'il a le soin d'écarter l'hypothèse d'une zymase que la fibrine importerait du sang dont elle provient. Mais là s'arrête l'accord; car l'hypothèse que l'agent antiseptique salin serait l'agent des transformations observées, il faut l'écarter aussi.

» Quelle est donc la véritable cause du phénomène?

» M. Dastre, d'accord avec l'opinion reçue, a considéré la fibrine comme étant un pur principe immédiat comparable à la caséine qui est insoluble comme elle. Mais si la caséine et les albumines pures, telles que je les ai fait connaître, sont de vrais principes immédiats, tels que Chevreul les concevait, il n'en est pas de même de la fibrine.

» La caséine récemment préparée, pure et encore humide, se dissout instantanément dans l'acide chlorhydrique très dilué, sans trace de résidu insoluble, et elle se conserve indéfiniment, sans se transformer, dans l'eau phéniquée. Enfin, la caséine cuite conserve sa parfaite solubilité dans les mêmes conditions.

» La fibrine ordinaire, au contraire, bien fraîche, ne se dissout pas instantanément dans les mêmes conditions. La dissolution est toujours très lente; elle est fonction du temps et de la température, et, chose digne d'attention, l'addition d'une petite quantité de phénol, à doses croissantes, retarde beaucoup la dissolution. Enfin la fibrine cuite à 100° ne se dissout plus dans l'acide étendu qui la dissolvait avec le temps.

» Mais, tandis que la caséine cuite et sèche, chauffée à 140° même, se dissout sans résidu dans l'acide à $\frac{2}{1000}$, la fibrine fraîche ne se dissout jamais tout entière, fait depuis longtemps observé par Bouchardat (1842). Ce qui ne se dissout pas ne représente jamais qu'une minime fraction du poids de la fibrine, mais est essentiellement constitué par une infinité de granulations moléculaires d'une ténuité extrême. Ces granulations moléculaires, je les ai caractérisées comme étant des microzymas, les plus petits de tous les ferments. J'ai écrit l'histoire des microzymas de la fibrine, qui sont ceux du sang [1]. On en trouvera les détails dans mon Mémoire du *Recueil des Savants étrangers*. J'y ai montré que ces microzymas expliquent les propriétés singulières de la fibrine de décomposer l'eau oxygénée, de fluidifier, quoique elle-même insoluble, l'empois de fécule. Ces mêmes microzymas nous avaient déjà expliqué, à Estor et à moi, comment dans l'empois fluidifié la fibrine donne naissance à des vibrioniens [2].

---

[1] Mémoire cité.

[2] A. BÉCHAMP et A. ESTOR, *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 408, et t. LXIX, p. 713; 1869.

» De leur histoire il est à propos de rapporter ceci : à poids égal ils décomposent l'eau oxygénée et fluidifient l'empois avec une intensité incomparablement plus grande que la fibrine et, comme elle, ils perdent ces propriétés par la cuisson.

» Quand ils ont épuisé leur action décomposante sur l'eau oxygénée, ils ne fluidifient plus l'empois et ne deviennent plus bactéries; mais ceux qui ont fluidifié l'empois décomposent encore l'eau oxygénée.

» Et ils sont albuminoïdes, en ce sens que, organisés et vivants, ils sont formés de telles matières en même temps que des autres matériaux, organiques et minéraux, nécessaires à tout être vivant. Étant albuminoïdes, ils peuvent donc sécréter leur zymase, ainsi que je l'ai prouvé des autres microzymas et des ferments en général. C'est par la zymase qu'ils sécrètent qu'ils transforment peu à peu la matière de la fibrine en les divers termes de dédoublement que je me suis efforcé de caractériser, non pas seulement par leur coagulabilité, caractère trop contingent, mais par leur pouvoir rotatoire, leur composition ou d'autres propriétés. Je note seulement qu'aucune des substances isolées ne décompose l'eau oxygénée, et que parmi elles se trouve une zymase.

» La fibrine se dissout donc en se transformant, grâce à la zymase produite par ses propres microzymas. Et, si l'on compare la transformation subie à la digestion, il faut dire que le ferment digestif est précisément cette zymase. Mais les produits formés diffèrent selon que la transformation s'opère en présence de l'acide chlorhydrique ou de l'eau seule, l'un et l'autre phéniqués, et ces produits diffèrent de ceux formés sous l'influence du suc gastrique. On en jugera par les pouvoirs rotatoires moyens de l'ensemble des corps produits dans ces trois circonstances :

Pour la fibrine	dans l'acide très dilué.......	$[\alpha]_j = -72°$ à $-73°$
»	dans l'eau..................	$[\alpha]_j = -29$ à -30
»	dans le suc gastrique.......	$[\alpha]_j = -64$ à -66

» Le résidu insoluble que laisse la fibrine qui se transforme dans l'eau phéniquée est plus abondant que sous l'influence de l'acide chlorhydrique à $\frac{2}{1000}$. Ce résidu, composé de fines granulations moléculaires, se résout en les mêmes microzymas, en le traitant par le même acide chlorhydrique, et ces microzymas possèdent toutes les propriétés que j'ai énumérées. Ils existent certainement dans le produit insoluble de l'expérience de M. Dastre. On les retrouve dans le résidu insoluble de la digestion par le suc gastrique ou par le suc pancréatique.

» La fibrine n'est donc point un principe immédiat, elle est, ainsi qu'en 1869 nous le disions, Estor et moi, une sorte de fausse membrane à micro-

zymas. Comme telle, elle est plus ou moins comparable aux membranes et tissus jadis employés comme ferments et étudiés avec tant de soin par M. Berthelot ([1]).

» L'analyse chimique et l'analyse anatomique m'ont appris à résoudre certaines cellules, tissus et humeurs en leurs principes immédiats albuminoïdes incomplexes et en leur élément anatomique fondamental qui est le microzyma.

» Si un tissu, une humeur sont muables, c'est-à-dire naturellement altérables, si une cellule est transitoire, c'est à cause de leurs microzymas, qui, eux, ne sont point transitoires. Si l'on pouvait toujours en séparer ces microzymas, ils seraient inaltérables dans les conditions de mes expériences, parce que leurs principes immédiats seraient privés de ces éléments anatomiques auxquels ils sont associés et sur qui réside l'énergie qui est appelée *vitale*, énergie dont une partie est emportée par les zymases qu'ils sécrètent. Et si, par l'action d'une température suffisamment élevée, on tarit plus ou moins leur altérabilité, c'est parce qu'on tarit l'énergie qui opérait les mutations, comme on enrichit par le même moyen l'activité des zymases.

» Il n'y a donc pas de transformations d'albuminoïdes de l'ordre des phénomènes digestifs, sans une cause physiologique; et il n'est pas vain de prouver que les albuminoïdes sont réductibles en espèces définies, stables. »

ZOOLOGIE. — *Essai d'une théorie du temporal.* Note de M. S. JOURDAIN, présentée par M. Perrier.

« Des pièces osseuses qui entrent dans la composition du crâne, le temporal est celle dont la complexité est la plus grande et dont les homologies sont les plus difficiles à interpréter et à suivre dans la série des Vertébrés.

» Pendant longtemps, cet os a été décrit sans critique dans les ouvrages d'Anatomie humaine. Tous les détails ostéographiques y étaient minutieusement relevés, mais étudiés surtout à un point de vue pratique, qui déterminait l'importance qu'on attribuait à chacun d'eux.

» De là une façon peu scientifique d'envisager le temporal, qui a exercé une influence fâcheuse sur les anatomistes qui se sont occupés d'Ostéographie comparée.

» En nous appuyant sur les données embryogéniques et physiologiques, nous allons essayer d'analyser les éléments du temporal, ou plutôt du groupe ostéologique désigné sous ce nom.

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. L, p. 322; 1857.

» Dans le temporal complet, tel qu'il se présente chez un Vertébré supérieur, il faut distinguer deux portions : une portion *sensorielle* ou *auditive* et une portion *cranienne,* comprenant chacune un groupe de pièces osseuses demeurant ou non distinctes.

» La portion sensorielle se compose fondamentalement d'une capsule cartilagineuse ou ossifiée destinée à loger l'oreille interne. Cette portion (*rocher* des anatomistes) serait mieux dénommée, avec Huxley, *périotique*. D'après cet anatomiste, le périotique, à son tour, est un groupe ostéologique comprenant principalement trois éléments : le *prootique*, *l'épiotique* et l'*opisthotique,* englobant chacun une portion spéciale de l'oreille interne.

» Au périotique est adjoint un réservoir osseux (*os de la caisse*) renfermant de l'air et des osselets, qui jouent un rôle important dans la perception des sons.

» L'os de la caisse possède une annexe d'importance secondaire, creusée de diverticules en rapport avec lui : c'est le *mastoïdien.*

» Enfin, l'orifice externe de la caisse possède un cadre osseux (*cercle tympanique*), sur lequel est tendue la membrane du tympan.

» Pour prendre une bonne idée de ce groupe sensoriel, il faut examiner le temporal de certains Cétacés, où les os qui le composent constituent un ensemble qui reste distinct de la portion cranienne.

» Cette dernière portion comprend deux pièces :

» 1° L'*os carré* servant à l'articulation de la mâchoire inférieure; 2° le *squamal* contribuant dans une mesure variable à constituer latéralement la boîte cranienne.

» En admettant ces deux facteurs dans la composition du temporal, nous considérons la portion auditive comme surajoutée et en quelque sorte intercalée entre les éléments de la vertèbre cranienne placée en avant de la vertèbre occipitale. Cette vertèbre ne comprend alors que le sphénoïde postérieur, les petites ailes, le carré, peut-être les squamaux et les pariétaux.

» Nous allons essayer maintenant, en nous appuyant sur cette conception théorique de temporal, d'esquisser dans la série des Vertébrés l'évolution des divers éléments que nous avons reconnus dans cet os.

POISSONS.

» *Portion sensorielle.* — Les membres du périotique composent à l'extérieur les parois de la région latérale et postérieure du crâne.

» *Portion cranienne.* — Les pièces du carré restent distinctes chez les Téléostéens et au nombre de trois : *carré, carré supérieur* (hyo-mandibulaire), *carré intermédiaire* (symplectique).

BATRACIENS.

» *Portion sensorielle.* — Périotique encore extérioré latéralement.

» *Portion cranienne.* — Un carré. Le squamal apparaît sur les côtés du crâne et tend à refouler et à recouvrir le périotique.

REPTILES.

» *Portion sensorielle.* — Le périotique tend de plus en plus à disparaître derrière le facteur cranien. Point encore de mastoïdien ni d'os de la caisse.

» *Portion cranienne.* — Un carré distinct. Squamal finissant par entrer dans les parois de la boîte cranienne et arrivant à recouvrir extérieurement le facteur sensoriel, pour rejoindre le pariétal.

OISEAUX.

» *Portion sensorielle.* — Le périotique est devenu interne. Caisse à parois d'emprunt (squamal, occipital latéral et dépendance du sphénoïde). Point de mastoïdien ni de cercle tympanique.

» *Portion cranienne.* — Carré distinct. Squamal peu développé, désigné à tort comme un mastoïdien par R. Owen.

MAMMIFÈRES.

» *Portion sensorielle.* — Périotique bien ossifié (rocher). Un os de la caisse. Ordinairement un mastoïdien. Un anneau tympanique.

» *Portion cranienne.* — Un carré (région glénoïdienne et base de l'apophyse zygomatique) soudé aux autres pièces du temporal ou simplement au squamal ayant un développement en rapport avec celui de la boîte encéphalique, qu'il contribue de plus en plus à agrandir.

» Ici nous nous voyons forcé d'ouvrir une parenthèse pour appuyer en quelques mots (la chose demanderait une discussion approfondie) cette manière d'envisager le carré, différente de celle qui est admise. On considère, en effet, le carré comme représentant soit l'enclume (Reichert), soit le marteau (Huxley). Nous nous bornerons à faire remarquer que les osselets de l'oreille sont des pièces ayant une affectation spéciale, dont le développement suit celui de l'organe de l'ouïe. Est-il rationnel d'admettre que ces osselets, qu'on voit graduellement se réduire en descendant des Mammifères aux Vertébrés moins parfaits, se montrent dans les Poissons, par exemple, où l'oreille est simplifiée avec des dimensions énormes et complètement détournés de leur adaptation sensorielle?

» Inutile de rappeler que le styloïdien, décrit souvent avec le temporal, n'appartient pas à ce groupe, mais au système hyoïdien. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Étude des lacs de Gérardmer, Longemer et Retournemer dans les Vosges.* Note de M. J. THOULET.

« Je viens d'achever la rédaction des observations que, depuis plusieurs années, j'avais commencé à recueillir dans les trois lacs de Gérardmer, Longemer et Retournemer. Mon travail a consisté à lever le plan de ces lacs, à en représenter le relief immergé par des courbes isobathes ; j'ai pris, avec un thermomètre à retournement, la température des diverses couches d'eau depuis la surface jusqu'au fond, à diverses époques et même alors que le lac était congelé; de nombreux échantillons d'eaux ont été récoltés à des profondeurs différentes, à l'aide d'une bouteille de Mill, filtrés et ensuite analysés; la vase du fond a été aussi analysée; enfin la transparence a été mesurée au disque de Secchi.

» Mes principales conclusions sont les suivantes :

» Au point de vue topographique, le bassin de ces lacs est assez régulier; il a pour chacun d'eux la forme d'une cuvette dont la profondeur maximum est de $36^{m},2$ (Gérardmer), $29^{m},4$ (Longemer) et $11^{m},6$ (Retournemer). Ce dernier lac semble, du reste, être en voie de dessèchement. Ils contiennent respectivement : Gérardmer 17892900^{mc} et Longemer 9759700^{mc} d'eau.

» La couche de variation thermique brusque est très nettement indiquée à Longemer, où elle se présente par 7^{m} ou 8^{m} de profondeur et donne une variation de température de 5° sur une épaisseur de $1^{m},50$ environ. A Gérardmer, elle est par 10^{m}. La distribution de température dans les eaux d'un lac dépend surtout du climat : régulière dans les climats réguliers, comme aux Açores ou dans nos pays, pendant l'hiver, alors que la croûte glacée superficielle couvre et protège l'eau sous-jacente, elle devient fort irrégulière en été, même dans le cours d'une seule journée où, ainsi que l'a montré M. Grissinger dans le Weissensee, en Carinthie, le mouvement thermique et certainement aussi mécanique des eaux se fait sentir jusqu'à 38^{m} de profondeur. En été, la température de Longemer, entre 16^{m} et le fond, est de 5°, celle de Gérardmer est de 6°, tandis qu'en hiver, la température de l'eau étant de 1,2 à 1,5 immédiatement au-dessous de la croûte de glace, elle est de 2,7 à 1^{m} de profondeur pour atteindre 3,3 au fond même du lac.

» Le régime thermique d'un lac est fonction non seulement du climat,

mais encore des variations de température de la nuit au jour et de l'hiver à l'été; il dépend aussi du nombre des affluents apparents ou cachés, de leur débit et de la température de leurs eaux, du rapport existant entre l'aire superficielle du lac et la profondeur, de la forme du fond et du temps que séjournent les eaux dans le lac, du vent, de la pluie, de l'évaporation, de la congélation plus ou moins prolongée.

» Les lacs des Vosges confirment l'opinion énoncée par M. le professeur Richter de Gratz que la température des eaux s'élève au contact immédiat du sol formant les parois et la cuvette du lac.

» La transparence est variable avec la saison : elle est en été de $4^m,50$ à $6^m,50$.

» L'existence des seiches n'a pas été constatée.

» L'analyse chimique de trente-deux échantillons d'eaux montre beaucoup d'irrégularité de composition entre les couches situées à diverses profondeurs et il en est de même pour la quantité des matières organiques et inorganiques en suspension. Le carbonate de chaux dissous est souvent, mais pas toujours, en proportion moindre à la surface qu'en profondeur. Il est probable que le phénomène est dû tout simplement à un mélange d'eau de pluie bien plus encore qu'à l'action de la vie des plantes.

» Les vases de ces lacs ont été analysées. Après dessiccation à 110°, elles renferment 24,2 de matière organique et 57,7 pour 100 de silice. Elles sont principalement composées de diatomées et peuvent servir à l'amendement des terres ainsi qu'à d'autres usages industriels. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'accroissement de température des couches terrestres avec la profondeur dans le bas Sahara algérien.* Note de M. **Georges Rolland**, présentée par M. Daubrée.

« En Europe, il résulte d'observations multiples faites dans les mines, sur les puits artésiens, etc., que la température des couches terrestres croît, en moyenne et sauf exceptions locales, de 1° pour une trentaine de mètres d'augmentation de profondeur (à partir de la couche de température constante). La présente Note a pour objet de démontrer que, dans le bas Sahara algérien, elle croît beaucoup plus rapidement, en raison des eaux artésiennes qui imprègnent les terrains de ce bassin.

» Les sondages de l'Oued Rir' ont permis de faire de nombreuses observations sur les températures des nappes artésiennes de la région. Ces

observations indiquent, pour la nappe jaillissante principale, des températures de 23° à 26°,8; voici leurs moyennes par groupe de sondages.

Groupes principaux des puits jaillissants tubés de l'Oued Rir' (du nord au sud).	Profondeurs moyennes du maximum de débit de la nappe jaillissante principale.	Températures moyennes de la nappe jaillissante principale.
1° *Artère artésienne principale :*		
Groupe d'Ourir (Mraïer)........	75^m	25°,2
Groupe de Tinedla..............	80	26,1
Groupe d'Ourlana	70	25,5
Groupe de Moggar.........	70	25,8
Groupe de Tebesbest (Tougourt)..	81	25,5
2° *Groupes latéraux* (à l'ouest) :		
Groupe de Tamerna	60	24,8
Groupe de Sidi Rached..........	55	24,8

» On voit qu'à l'ouest de l'artère artésienne principale, la température diminue avec la profondeur; mais, le long de l'artère même, il n'apparaît aucune loi de variation des températures ni avec la profondeur, ni avec la latitude ; de même, si l'on cherche à coordonner les différences de températures et de profondeurs des nappes successives qui sont consignées dans les journaux de sondage. Ville avait également entrepris déjà, en 1861, un travail de ce genre; mais il n'avait pu aboutir à rien de précis.

» Je me suis proposé, néanmoins, de concert avec M. Jus, d'éliminer les observations douteuses ou non probantes et de ne retenir que celles faites avec des garanties suffisantes, sur des puits bien tubés, où seule la nappe principale se trouve captée. Or, même dans ces conditions, on ne constate pas une température uniforme pour une profondeur déterminée.

» La grande nappe des eaux artésiennes de l'Oued Rir' n'a donc pas partout une température constante, même le long de l'artère principale : sa température peut varier de plus de 1 degré, même à des distances très rapprochées. Ces variations ne sauraient s'expliquer que par des conditions différentes d'alimentation souterraine; je considère, en effet, que, parmi les divers modes d'alimentation, il existe, à l'aplomb de l'artère de l'Oued Rir', des cheminées d'ascension correspondant à des sources crétacées de la profondeur. Mais, toute observation directe étant impossible dans cet ordre d'idées, le mieux, pour aboutir à une conclusion ferme et générale relativement à la température de la grande nappe de l'Oued Rir', était de prendre la moyenne des températures les plus dignes de confiance, de manière à compenser les effets des variations locales. Calculant donc

cette moyenne le long de l'artère principale, j'ai trouvé *une température moyenne de* $25^\circ,6$ *pour une profondeur moyenne de* 75^m.

» Cela posé, la méthode la plus sûre pour déterminer l'accroissement de température avec la profondeur sous cette région, m'a semblé être de comparer le résultat ainsi établi à la température du sol près de la surface ou, plus exactement, à celle de la couche dite *invariable* du sous-sol.

» A cet égard malheureusement, on ne possède que des observations bien incomplètes, faites çà et là sur les puits ordinaires. D'après M. E. Renou et M. L. Teisserenc de Bort, la température moyenne de l'air à Biskra est de 21° à $21^\circ,5$; elle doit être un peu plus élevée à Tougourt, mais de bien peu. « Les puits de 20^m, ajoute M. Renou, ont des températures d'environ 22°, bien en rapport avec cette température de l'air : » c'est à peu près la température de la couche invariable. » M. L. Teisserenc de Bort estime également, à en juger par les puits du Souf, qu'il faut bien aller à 20^m pour trouver une température constante, et il considère que celle-ci est de 22° à 23°.

» Ainsi donc, la différence moyenne de profondeur entre la couche invariable et la grande nappe de l'Oued Rir' serait d'environ 55^m, et la différence des températures correspondantes d'environ 3° : soit, pour un accroissement de température de 1°, une augmentation de profondeur de $18^m,3$, ou, en chiffres ronds, de près de 20^m.

» Plus au sud, à Ouargla, où se trouve la seconde artère artésienne du bas Sahara, mes observations sur les températures des puits jaillissants donnent une moyenne de $24^\circ,2$ pour une profondeur d'un peu plus de 35^m, et il est facile d'en déduire que la progression de température avec la profondeur est beaucoup plus rapide encore que dans l'Oued Rir'. Cela tient surtout, il est vrai, à la situation particulière du bas-fond encaissé de Ouargla ([1]), bien plutôt qu'à la diminution de latitude.

» Mais, à proprement parler, tout ce qui précède ne s'applique qu'aux eaux artésiennes elles-mêmes. Dans quelle mesure peut-on admettre ici les mêmes conclusions pour les températures des couches terrestres?

» On sait que les eaux souterraines sont loin d'avoir toujours même température que les terrains qui les renferment; elles ont besoin d'un temps ou d'un parcours suffisants pour se mettre en équilibre de température avec le milieu ambiant. L'objection ne porte pas cependant, dans l'Oued Rir', sur la couche invariable; car, à 20^m de profondeur, et surtout

---

([1]) GEORGES ROLLAND, *Géologie du Sahara* (Challamel, 1890), Pl. XVIII, *fig.* 3.

dans le bassin artésien du bas Sahara, tout imprégné d'eaux ascendantes, les eaux souterraines ne peuvent être refroidies par les eaux superficielles.

» Mais, pour ce qui est des nappes artésiennes profondes, leurs températures sont sans doute plus élevées que ne le seraient celles des terrains aquifères, supposés secs, aux mêmes profondeurs [1]. De plus, leurs eaux se renouvellent sans cesse par la profondeur, comme contre-partie aux débits des puits jaillissants et à l'évaporation de la surface. Il s'agit là toutefois d'un renouvellement très lent, le réservoir souterrain comprenant un volume d'eau relativement considérable; en outre, l'allure statigraphique du gisement artésien est régulière, le long de l'artère principale tout au moins, sous le manteau de la couverture. Dans des conditions semblables, on peut, au Sahara comme en Europe, confondre pratiquement la température des nappes artésiennes avec celle des couches correspondantes.

» Ma conclusion est donc que, *dans maintes parties du bas Sahara algérien, entre les* 35^e *et* 30^e *degrés de latitude, la température des couches terrestres croît réellement en profondeur d'au moins* 1° *pour* 20^m, *et souvent plus rapidement encore*. Mais, comme cela résulte surtout des eaux artésiennes de ce bassin, il serait inexact d'en conclure à une variation aussi rapide de la loi des températures souterraines en raison inverse de la latitude, de l'Europe au Sahara. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Carte agronomique du canton de la Ferté-sous-Jouarre*. Note de M. **Gatellier**, présentée par M. Aimé Girard.

« La connaissance de la composition du sol en éléments fertilisants, c'est-à-dire en azote, en acide phosphorique, en potasse et en chaux est indispensable pour le bon emploi des engrais complémentaires.

» Le comité des stations agronomiques, institué au Ministère de l'Agriculture, a défini les relations normales qui, au point de vue de l'utilisation de ces éléments, existent entre la plante et le sol, indiqué les teneurs au delà desquelles l'augmentation par l'engrais cesse d'être nécessaire, et donné enfin une interprétation précise du rôle que doit jouer l'analyse du

---

(1) Les eaux artésiennes de l'Oued Rir' proviennent en partie de nappes crétacées qui s'écoulent souterrainement des massifs montagneux de l'Aurès. On comprend donc que la température originelle des eaux de cette provenance soit supérieure à celle qui ne correspondrait qu'à la profondeur à laquelle on les retrouve dans le bas Sahara, et qu'elle y influe notablement sur l'ensemble du gisement artésien.

sol au point de vue de l'emploi des engrais, de leur convenance et de la quantité qu'il en faut employer pour obtenir une pleine récolte.

» L'analyse physique du sol indiquant la prédominance de l'argile, du sable ou du calcaire est également, pour le cultivateur, d'une grande importance. On ne saurait cependant espérer que celui-ci s'astreigne à soumettre à l'analyste la terre de chacune de ses pièces; lorsque surtout le territoire est très morcelé, pareil travail cesse d'être possible.

» C'est en pesant ces diverses considérations que l'idée m'est venue de l'établissement de Cartes agronomiques donnant, pour une région, les résultats de l'analyse du sol sur des points rapprochés en nombre suffisant d'après les variations de composition de la terre; de telle sorte que chacun de ces points indiquât la composition du terrain dans une zone déterminée, au delà de laquelle un autre point reproduirait, pour une autre zone, des indications analogues.

» La limitation de ces zones est déterminée par la Carte géologique qui fixe les limites de variation du sous-sol. En effet, la terre végétale dépend en grande partie de celui-ci. La plupart du temps elle est issue directement de ce sous-sol, ameublie, décomposée par les influences atmosphériques et par la culture. Elle varie avec lui, elle en est le reflet; ou, si l'on veut, c'est un voile transparent qui laisse voir les propriétés des couches sous-jacentes ou géologiques. Il n'y a d'exception que pour les terrains de transport, mais ces sortes de terrains, qui sont plus susceptibles de variation dans leur composition, sont indiquées sur les Cartes géologiques, et il n'y a qu'à augmenter sur leur surface le nombre de prises d'échantillons.

» La meilleure Carte agronomique doit donc être une Carte géologique détaillée à grande échelle avec l'indication de la composition du sol en un nombre considérable de points d'essai répartis sur les diverses couches géologiques.

» Dès avant 1868, M. Risler, directeur de l'Institut agronomique, a exposé cette théorie. Partageant ses idées, j'ai entrepris, avec l'aide de M. Duclos, chimiste de la Société d'Agriculture de Meaux, la confection des Cartes agronomiques de chacune des communes de l'arrondissement de Meaux.

» J'ai commencé par les communes du canton de la Ferté-sous-Jouarre, dont j'avais dressé moi-même la Carte géologique, en ma qualité d'ingénieur des Mines.

» Les prises d'échantillon du sol, de 0^{m} à $0^{m},25$ de profondeur, ont été faites dans chaque couche géologique en plus ou moins grand nombre,

suivant l'importance de la couche, leur position étant notée par l'instituteur, sur un calque du plan d'ensemble cadastral, à l'échelle de $\frac{1}{10000}$. M. Duclos, après avoir exécuté l'analyse de ces échantillons, a indiqué, sur la copie de cette Carte, la composition de chacun d'eux aux points mêmes où ils ont été prélevés. A cet effet, en chacun des points d'essai, nous avons tracé deux séries de bâtonnets. Chacune d'elles est orientée suivant une direction propre. Les bâtonnets qui se rapportent à la constitution physique sont parallèles au bord supérieur de la Carte; ceux qui indiquent la composition chimique sont perpendiculaires aux premiers. Dans chaque série, les bâtonnets sont d'une couleur différente, suivant qu'ils désignent tel ou tel élément fertilisant. Pour la composition chimique, leurs longueurs, rapportées à une échelle déterminée, sont proportionnelles à la richesse du sol en l'élément qu'ils représentent. Pour la chaux, dont la teneur varie de 0 à 20 pour 100, il a fallu adopter une échelle spéciale, différente de celle qui a été adoptée pour l'azote, l'acide phosphorique et la potasse, dont la proportion dans les terres ne varie, en général, qu'entre 0 et 3 pour 1000.

» A l'aide de ces Cartes, chacun des cultivateurs de la commune, pouvant trouver l'emplacement de sa pièce de terre sur le plan d'ensemble cadastral, peut savoir aussitôt quelle est la composition physique et chimique de son sol, avec une approximation suffisante, en prenant l'analyse du point le plus voisin dans la même couche géologique, et s'en servir pour la détermination de la composition de ses engrais.

» Tous les points où des échantillons ont été prélevés sont numérotés, et un tableau indique la section et le numéro du cadastre correspondant à chacun d'eux. Des reproductions de ces Cartes agronomiques communales sont affichées à la mairie ou à l'école de chaque commune et, moyennant un prix réduit, sont mises à la disposition des cultivateurs.

» La Carte agronomique de tout le canton de la Ferté-sous-Jouarre, d'une contenance de 20963 hectares, et dont la formation géologique comprend sept couches successives du terrain tertiaire et une couche d'alluvion de la Marne qui le traverse, est naturellement composée des dix-neuf Cartes communales de ce canton, à une échelle moitié moindre, c'est-à-dire au $\frac{1}{20000}$. Elle comprend les résultats de 331 analyses du sol.

» L'examen de cette Carte d'ensemble montre immédiatement la concordance frappante qui existe entre les couches géologiques et la nature du sol. Ce sont les mêmes éléments de fertilité qui prédominent ou qui font défaut dans les mêmes couches géologiques.

» Cette loi se vérifie en particulier pour la Brie, plateau d'argile à meulières, souvent recouvert de limon quaternaire, et présentant en quelques points des émergences d'îlots de sable de Fontainebleau.

» Dans toute cette formation, la chaux et l'acide phosphorique manquent; aussi le marnage et l'emploi des phosphates produisent-ils des effets merveilleux.

» La Société d'Agriculture de Meaux poursuit la confection de ces Cartes agronomiques, qu'elle se propose d'étendre à l'arrondissement tout entier. Il lui faut encore terminer les Cartes agronomiques de 6 cantons comprenant 135 communes.

» L'ingénieur des Mines de la circonscription, M. Janet, prépare les Cartes géologiques au $\frac{1}{20000}$, nécessaires pour mener à bien cette publication qui, lorsqu'elle sera terminée, constituera une véritable œuvre d'utilité publique pour l'agriculture de cette région. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.   M. B.

ERRATA.

(Séance du 15 mai 1894.)

Note de M. *d'Abbadie* :

Page 1113, ligne 10, *au lieu de* 1964 kilomètres, *lisez* 19, 64 kilomètres.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 MAI 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks*, 1893,6 (16 *octobre* 1893) *et de la planète* 1894, *AX* (*Wolf*), *faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux par MM.* G. Rayet, L. Picart *et* F. Courty. Note de M. G. Rayet.

Comète Brooks 1893,6.

Dates 1893.	Étoile.	Temps sidéral à Bordeaux.	Δα comète.	ΔⓅ comète.	Observ.
		h m s	m s	′ ″	
Oct. 19.....	1	6.51.38,38	+3. 0,04	+ 6. 6,72	L. Picart
20.....	2	6.41.47,41	−2.12,83	− 9.37,80	G. Rayet
23.....	3	6.34.43,01	−0.55,14	+15.15,25	L. Picart
Nov. 28.....	4	22.58.20,57	−1.38,83	− 4.33,59	L. Picart
29.....	5	22.28.51,40	−2.44,83	− 3.58,86	L. Picart
28.....	6	22.45. 6,67	−1.51,12	− 5.53,35	L. Picart

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1893,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1..	Bonn., t. VI + 15°, n° 2467	12.22.18,96	+0,98	75. 9.12,1	+ 9,18
2..	Weisse₂, H. XII, nᵒˢ 471-472-473-473	12.24.23,05	+0,99	74.44.33,6	+ 9,48
3..	⅓[Weisse₂, H. XII, n° 632.— Greenwich Ten-Year. Catalogue n° 1970. Greenwich Seven-Year. Cat. n° 1500]	12.31.36,56	+1,02	72.19.15,3	+10,59
4..	½[Argelander, n° 14106-14107. — Radcliffe, n° 3115]	13.52.16,93	+0,85	40.27.49,1	+25,86
5..	½[Argelander, n° 14188. — A.G.Z. Cambridge (U. S.) 4426]	13.57.14,20	+0,78	39.20.38,7	+26,15
6..	½[Bonn., t. VI + 56°, n° 1729. — Helsingfors 7946]	14.19. 7.24	+0,27	33.38.56,5	+27,41

Positions apparentes de la comète Brooks.

Dates 1894.	Temps moyen de Bordeaux	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Oct. 19.....	16.56. 7,0	12.25.19,98	$-\bar{1},640$	75.15.28,0	−0,766
20.....	16.42.23,6	12.26.36,87	$-\bar{1},640$	74.35. 5,3	−0,771
28.....	16.23.30,8	12.30.42,44	$-\bar{1},574$	72.34.41,1	−0,697
Nov. 28.....	6.26.50,3	13.50.38,95	$-\bar{1},653$	40.23.41,4	−0,877
29.....	5.53.30,0	13.54.30,15	$+\bar{1},716$	39.17. 5,7	−0,845
Déc. 4.....	5.50. 3,1	14.17.16,49	$-\bar{1},791$	33.33.30,5	−0,819

Planète 1894, AX (Wolf).

Dates 1894.	Étoile.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα planète.	Δ℘ planète.	Observ.
		h m s	m s	° ′ ″	
Mars 5....	1	7.37.17,81	−2.18,55	+10. 3,42	L. Picart
5....	2	9. 9. 8,76	−2.22,66	+10. 2,70	G. Rayet
7....	3	8.57.34,78	−3.31,84	− 2.16,17	G. Rayet
12....	4	10. 3. 1,42	+2.40,70	− 9.41,03	G. Rayet
17....	5	10. 1.56,29	−2. 7,37	− 5.23,23	G. Rayet
18....	6	11.19.53,74	−3. 5,64	− 4.16,26	G. Rayet
20....	7	8. 7. 8,95	−4.45,40	− 2. 7,54	L. Picart
21....	8	10.20.50,26	+3. 0,43	+ 8.33,49	L. Picart
22....	9	10. 5.12,30	+2.10,20	+ 9.49,21	F. Courty
23....	10	8.24.14,67	+1.24,06	+11.10,04	L. Picart
24....	11	8.48. 3,56	+1.48,73	+14.14,64	L. Picart
25....	12	10.16.55,71	+2.15,97	− 4.29,05	G. Rayet
28....	13	12.17.44,54	+1. 3,99	− 3. 0,89	G. Rayet
29....	14	10.55. 2,76	+5.17,55	− 1. 2,57	G. Rayet

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1894,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1..	Weisse₁, H. X, nº 1096	11. 2.44,41	+1,73	82.51. 5,1	+8,53
2..	Weisse₁, H. X, nº 1096	11. 2.44,41	+1,73	82.51. 5,1	+8,53
3..	Bonn., t. VI + 7°, nº 2414	11. 1.50,08	+1,74	83. 4.22,9	+7,96
4..	½[Weisse₁, H. X, nº 881. — Paris 13379]	10.50.31,36	+1,75	83.14.56,8	+7,49
5..	½[Weisse₁, H. X, nº 881. — Paris 13379]	10.50.31,36	+1,76	83.14.56,8	+7,55
6..	½[Weisse₁, H. X, nº 881. — Paris 13379]	10.50.31,36	+1,76	83.14.56,8	+7,57
7..	½[Weisse₁, H. X, nº 881. — Paris 13379]	10.50.31,36	+1,76	83.14.56,8	+7,56
8..	½[Weisse₁, H. X, nº 703. — Paris 13213]	10.41.48,67	+1,75	83. 5.40,2	+7,08
9..	½[Weisse₁, H. X, nº 703. — Paris 13213]	10.41.48,67	+1,74	83. 5.40,2	+7,07
10..	½[Weisse₁, H. X, nº 703. — Paris 13213]	10.41.48,67	+1,74	83. 5.40,2	+7,07
11..	Connaissance des Temps, 37 sextant	10.40.34,54	+1,73	83. 4. 6,1	+6,90
12..	Weisse₁, H. X, nº 661	10.39.17,21	+1,73	83.24.22,7	+6,98
13..	Weisse₁, H. X, nº 646	10.38.12,04	+1,71	83.28.29,2	+6,90
14..	Weisse₁, H. X, nº 557	10.33.20,62	+1,69	83.27.56,3	+6,64

Positions apparentes de la planète 1894, AX (Wolf).

Dates 1894.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mars 5.....	8.42.59,1	11. 0.27,59	$-\bar{1}$,519	83. 1.17,1	−0,757
5.....	10.14.35,0	11. 0.23,48	$-\bar{1}$,298	83. 1.16,3	−0,742
7.....	9.55.11,1	10.58.19,98	$-\bar{1}$,328	83. 2.14,7	−0,744
12.....	10.40.47,5	10.53.13,81	$-\bar{2}$,964	83. 5.23,3	−0,737
17.....	10.20. 3,0	10.48.25,75	$-\bar{2}$,917	83. 9.41,1	−0,737
18.....	11.33.51,8	10.47.27,48	$+\bar{2}$,769	83.10.48,1	−0,736
20.....	8.13.46,7	10.45.47,72	$-\bar{1}$,452	83.12.56,8	−0,752
21.....	10.23.10,2	10.44.50,85	$-\bar{2}$,640	83.14.20,8	−0,737
22.....	10. 3.38,9	10.44. 0,61	$-\bar{2}$,855	83.15.36,5	−0,738
23.....	8.19. 1,9	10.43.14,47	$-\bar{1}$,379	83.16.57,4	−0,749
24.....	8.38.51,8	10.42.25,00	$-\bar{1}$,306	83.28.27,6	−0,744
25.....	10. 3.32,7	10.41.34,92	$-\bar{2}$,658	83.20. 0,7	−0,748
28.....	11.52.14,0	10.39.17,74	$+\bar{1}$,246	83.25.35,3	−0,745
29.....	10.25.49,9	10.38.39,86	$-\bar{2}$,579	83.27. 0,4	−0,739

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1894.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Montyon (Physiologie expérimentale). — MM. Marey, Bouchard, Chauveau, Duclaux, Potain réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Ranvier et Verneuil.

Prix Gegner. — MM. Bertrand, Fizeau, Berthelot, Hermite, Daubrée réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obenu le plus de voix sont MM. Faye et Darboux.

Prix Delalande-Guérineau. — MM. d'Abbadie, Grandidier, Milne-Edwards, Bouquet de la Grye, Berthelot réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand et Guyou.

Prix Jérôme Ponti. — MM. Bertrand, Berthelot, Daubrée, Fizeau, Lœwy réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Faye et Cornu.

Prix Tchihatchef. — MM. Milne-Edwards, Grandidier, d'Abbadie, Bouquet de la Grye, Duchartre réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bornet et Guyou.

Prix Houllevigue. — MM. Bertrand, Daubrée, Fizeau, Faye, Berthelot réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marey et Lœwy.

Prix Cahours. — MM. Friedel, Moissan, Troost, Berthelot, Schützenberger réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. A. Gautier et Grimaux.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Kaufmann** adresse, pour le Concours du prix Pourat, un Mémoire ayant pour titre : « De l'influence qu'exerce le pancréas sur le système nerveux et, réciproquement, de l'influence que le système nerveux exerce sur cette glande. »

(Renvoi à la Commission du prix Pourat.)

M. **G. Bigourdan** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur la mesure micrométrique des petites distances angulaires célestes, et sur un moyen de perfectionner ce genre de mesures. »

(Commissaires : MM. Lœwy, Tisserand, Wolf.)

M. **A. Davy** adresse un Mémoire intitulé : « Remarques sur les conditions géométriques et mécaniques impliquées dans l'hypothèse de Laplace ».

(Renvoi à l'examen de M. Faye.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un ouvrage de M. *E. Vallier*, ayant pour titre : « Balistique expérimentale ».

(Renvoyé au Concours du prix extraordinaire de six mille francs.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les facules solaires*. Note de M. **George E. Hale**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans les *Comptes rendus* du 16 avril, M. Deslandres présente une Note en réponse à un article publié par moi dans *Knowledge* (numéro de

janvier 1894), dans laquelle il dit que « le fait signalé par M. Hale, à » savoir l'absence de flammes faculaires aux pôles, n'est pas exact, car, » depuis le commencement de novembre 1893, j'ai obtenu des flammes » faibles aux pôles toutes les fois que les conditions ont été favorables; si » bien que leur présence apparaît comme constante, au moins dans la » période considérée ». Il ajoute que la raison probable pour laquelle je n'ai pas réussi à photographier ces « flammes » réside dans la trop grande dispersion de mon spectro-héliographe. Je demande à l'Académie la permission de répondre en quelques mots.

» Ce que M. Deslandres considère comme une découverte nouvelle, c'est-à-dire la présence de petites facules dans les régions polaires du Soleil, a été constaté par moi en avril 1893. Dans une Note sur ce sujet (voir *Astronomy and Astro-Physics,* mai 1893, p. 451), j'ai signalé cette découverte dans les termes suivants : « J'ai déjà attiré l'attention sur la » grande extension des facules représentées sur les photographies prises » avec le spectro-héliographe. Néanmoins, les négatifs (récemment obtenus) montrent que mon appréciation de l'extension a été même trop » petite. Des facules jusqu'ici invisibles sont actuellement vues sur » toutes les parties du disque et jusqu'aux pôles. » Ces petites facules, comme je l'ai aussi signalé dans la Note, semblent former une réticulation sur toute la surface solaire, dont le dessin, imprimé dans le même journal (Pl XXV), sert seulement à donner une idée générale.

» C'était à ces petites facules polaires, dont nous avons pris des centaines de photographies à l'observatoire de Kenwood, en employant quelquefois un réseau de grande dispersion, quelquefois un seul prisme d'une dispersion plus petite que celle employée par M. Deslandres, que j'ai deux fois fait allusion dans l'article publié dans *Knowledge*. Il est bien vrai que j'ai dit que des régions *brillantes* dans lesquelles les raies H et K sont renversées ont été photographiées seulement dans des latitudes héliocentriques inférieures à 70°, car les petites facules presque toujours trouvées dans les régions polaires ne sont pas *brillantes* en comparaison avec des facules situées dans les zones des taches. « Ainsi il y a des protubérances brillantes » (les protubérances polaires ordinaires) qui ne donnent aucune indication de leur présence quand elles sont projetées sur le disque, car il n'est » pas possible de croire que les petites mailles, uniformément distribuées, » qui constituent la réticulation faculaire, puissent représenter les bases » de ces grandes et brillantes protubérances » (*loc. cit.*).

» Pour expliquer mes idées en peu de mots, je crois que les doubles

renversements presque continus des raies H et K sur le disque solaire indiquent la présence de la vapeur chaude du calcium dans les parties basses de la chromosphère, tandis que la raie obscure centrale du double renversement est produite par l'absorption du calcium moins chaud dans la partie supérieure de la chromosphère même. Dans les facules, le calcium chaud est en état de produire une augmentation dans la largeur et dans l'éclat des raies doublement renversées. Le spectro-héliographe est, par conséquent, capable de rendre visibles les facules, même dans les parties les plus brillantes de la photosphère. Les bases des protubérances sur le disque sont visibles dans les photographies obtenues avec cet instrument seulement quand les raies H et K sont plus brillantes que dans la chromosphère environnante, ce qui ne paraît pas se vérifier pour les protubérances polaires et le plus grand nombre des protubérances ordinaires ([1]). Au contraire, les formes de quelques protubérances éruptives ont été clairement fixées sur les épreuves obtenues avec mon instrument. Au-dessus des taches, la chromosphère ou même des protubérances ordinaires peuvent être fréquemment photographiées, à cause du rayonnement relativement faible des taches.

» Je suis parfaitement d'accord avec M. Deslandres sur la possibilité de photographier sur la même plaque, et avec une seule exposition, le disque solaire et les parties basses des protubérances brillantes, car je l'ai fait pour la première fois en 1892. Cependant l'expérience a démontré que les meilleurs résultats sont donnés par deux expositions. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le premier trimestre de* 1894. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Les Tableaux suivants résument ces observations.

» Le premier donne, immédiatement après la désignation de chaque mois, le nombre proportionnel des jours sans taches (nombre d'ailleurs nul pour tout le trimestre); les colonnes successives renferment : les

---

([1]) M. Tacchini m'autorise à rappeler ici que « les observateurs italiens, quand ils font les observations de la chromosphère, s'arrêtent pour examiner les protubérances qui montrent une différence de lumière avec la chromosphère environnante, tandis que le plus grand nombre de protubérances ne montrent pas de différence. Dans le premier cas, ils attendent et trouvent souvent des éruptions, et dans tous les autres cas, il y a stabilité ».

époques extrêmes d'observation, le nombre d'observations de chaque groupe, la date du passage au méridien central du disque solaire, les latitudes moyennes, les surfaces moyennes des groupes de taches exprimées en *millionièmes* de l'aire d'un hémisphère et réduites au centre du disque; à la fin de chaque mois, on a indiqué le nombre de jours d'observation et la latitude moyenne de l'ensemble des groupes observés dans chaque hémisphère.

» Le deuxième Tableau donne les nombres mensuels de groupes de taches contenus dans des zones consécutives de 10° de largeur et les surfaces totales mensuelles des taches (en millionièmes de l'hémisphère).

» Le troisième, enfin, renferme des données analogues pour les régions d'activité du Soleil, c'est-à-dire pour les groupes de facules contenant ou non des taches; dans ce dernier Tableau, les surfaces mensuelles des facules, toujours réduites au centre du disque, sont exprimées en *millièmes* de l'hémisphère.

» Les principaux faits qui en ressortent sont les suivants :

» *Taches.* — Le nombre de groupes observés est plus élevé que celui du trimestre précédent (146 au lieu de 99), mais la surface totale des taches a beaucoup diminué (6012 millionièmes au lieu de 9067), et l'examen du Tableau II accuse un minimum très marqué en mars.

» Nous avons, pour l'hémisphère austral, une augmentation de 34 groupes (87 au lieu de 53) qui se répartissent à toutes les latitudes et comme suit : 5 entre —0° et —10°; 16 entre —10° et —20°; 6 entre —20° et —30°; 5 entre —30° et —40° et enfin 2 groupes observés en mars par —43° et —60°.

» Dans l'hémisphère boréal, on constate les variations suivantes : en plus, 17 groupes entre +0° et +10° et 2 groupes entre +30° et +40°. Entre +20° et +30, il y a le même nombre, soit 7 groupes, et entre +10° et +20° on a 6 groupes de moins. Il y a donc, au total, 13 groupes de plus (59 au lieu de 46). Cet hémisphère n'a pas présenté de taches à hautes latitudes comme l'autre.

» Il y a encore eu de beaux groupes pendant ce trimestre, mais bien moins que dans le précédent; les groupes janvier 15,9 —12° et février 22,6 —31° ont été *visibles à l'œil nu;* on a donc eu 2 groupes au lieu de 9.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Janvier 1894.	0,00.		
26-6	5	1,3	— 7		165
26-30	3	1,6		+18	103
30	1	2,0	—19		10
27-30	2	2,2	— 8		18
6	1	3,9		+ 5	6
30	1	4,7		+10	11
		Janvier 1894.	0.00 (suite).		
30-6	2	4,9	— 9		46
4-11	5	6,4		+23	85
8	1	6,5		+10	2
10	1	7,7	—15		2
4-13	6	9,2	—13		149
6-11	3	9,6		+18	10

Janvier 1894. 0,00 (suite).

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
10	1	9,7		+33	2
10	1	10,7	−27		2
8	1	10,9	−15		4
6-13	5	11,7		+27	17
16	1	13,8		+ 8	1
16- 9	2	14,6		+23	5
8-20	8	14,9	− 1		68
11- 6	4	15,0	−12		19
10-22	8	15,9	−12		521
11-22	7	17,0		+12	184
15-16	2	17,2	−10		3
19-20	2	17,9	−15		23
13-22	6	18,5		+ 4	85
19	1	17,9	−25		5
15-25	9	20,3	−14		268
15-25	4	20,4		+16	208
15-25	7	20,7	− 5		147
15-25	7	21,1		+ 2	137
16	1	21,7	− 2		9
20	1	22,0		+ 1	3
19-24	2	22,6	−22		1
16-27	7	22,7	− 2		112
20	1	22,7	−16		5
22	1	23,1	−22		1
22	1	23,3	− 5		2
22	1	24,0	− 7		3
24-25	2	24,2		+ 9	5
22-29	5	24,9	−29		36
19-24	4	25,0	−10		16
24-27	3	26,0	−15		5
22- 1	6	27,3	− 5		77
25- 1	4	28,3	− 8		46
24- 1	5	28,9		+17	82
25-29	3	29,3		+12	59
1- 5	2	30,0		+ 4	14
29	1	30,5	−11		6
	15 j.		−12°,4	+13°,3	

Février 1894. 0,00.

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
5	1	1,0	−10		3
29	1	1,5		+ 4	6
5- 7	2	3,1		+13	19
29	1	3,9		+14	9
7	1	3,9		+ 2	1
29- 9	5	4,0	−17		170
5- 7	2	4,8	−14		12
7	1	4,9	− 1		2
1	1	5,3	−18		12
7	1	6,5		+ 9	1
9	1	7,4	−21		2
7	1	7,7	−33		1
7	1	7,7	−10		1
5-10	4	7,9		+15	41
5	1	8,0	−19		1
5-13	5	8,8		+14	34
7- 9	2	9,5	− 8		3

Février 1894. 0,00 (suite).

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
5-13	3	10,6		+11	8
5-14	6	10,7		+20	29
5-16	9	11,5	−10		50
7-16	7	12,3	−15		19
9-14	5	12,7	−22		7
12-17	6	13,0	− 7		17
7-17	9	13,5		+ 11	75
9-10	2	13,9		+ 5	11
16-17	2	14,2	− 8		2
17	1	14,3	−19		1
17	1	14,8		+10	2
10-22	11	16,5	−14		90
10-22	11	16,7		+18	123
10-22	8	16,8	− 5		25
17	1	17,3		+ 7	2
17-19	2	17,7	− 3		4
14-22	8	18,9		+12	45
26	1	21,2		+17	5
15-26	10	21,6	−26		153
16- 1	12	22,6	−31		944
26	1	22,9		+18	2
20- 1	9	23,4	−15		53
26	1	24,3	−48		2
20-28	3	25,0	−17		3
19- 3	12	25,3	−25		161
19-28	8	25,3		+ 4	36
19- 3	12	26,0	−15		96
22-28	6	26,7	−21		3
26- 3	6	27,3	−25		8
3	1	28,0		+ 1	1
	20 j.		−17°,0	+10°,8	

Mars 1894. 0,00

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
28	1	0,3	−12		2
24- 5	5	1,0	−19		27
24- 3	7	1,5	−10		11
2-3	2	1,9		+ 5	2
3	1	2,0	−60		1
27- 2	4	2,1	−17		3
3	1	3,0	−35		1
28- 3	4	3,3	−18		2
3	1	4,0		+10	2
3- 8	3	4,9	− 7		1
3	1	5,8	−19		1
2	1	6,1	−43		1
3- 9	4	6,9	−10		4
5-12	6	8,1		+ 7	101
5- 9	4	9,1	−21		22
8- 9	2	9,2		+ 6	1
8-12	3	9,4	−11		2
9	1	9,5	−40		1
8	1	9,8	−23		3
8-13	3	10,0		+ 5	4
9	1	10,4		+22	2
7-14	7	10,5	− 7		16
5- 9	4	10,6	−10		3

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Mars (suite).			
9	1	11,1		+34	1
12-15	4	11,3	−15		13
7-16	8	11,3	− 4		51
8- 9	2	11,6	−19		3
13-17	5	11,9		+ 4	24
7-17	10	12,7		+15	200
9	1	13,2		+ 5	3
12-13	2	14,3		+11	2
9-21	11	15,5	− 4		56
10-20	9	16,0		+17	33
16	1	17,5	−15		2
21	1	20,7	−18		3
21	1	21,4	−104		1
20-23	2	22,4	−15		3
22-23	2	22,8	−34		3
17-21	4	22,9		+ 7	5
22-28	4	23,7		+10	9
19-24	7	25,2	−25		8
27	1	25,4		+ 0	1
27	1	25,7	−15		2
27	1	26,2		+26	3
20-31	9	26,6		+ 7	247
23	1	28,4	−19		5
28-29	2	28,5		+25	6
27-29	3	29,8	−15		16
27	1	30,0		+24	2
2- 3	2	30,7		+12	8
27	1	30,9		+13	6
	24 j.		−19°,3	+12°,6	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

	Sud. 90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
Janvier....	»	»	5	11	13	29	19	9	6	3	1	»	48	2788
Février....	»	3	6	10	9	28	19	8	11	»	»	»	47	2295
Mars......	2	3	3	15	7	30	21	11	5	4	1	»	51	929
Totaux..	2	6	14	36	29	87	59	28	22	7	2	»	146	6012

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

	Sud. 90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
Janvier.....	»	1	6	10	12	29	18	3	9	5	»	1	47	65,3
Février.....	1	»	6	11	6	24	24	5	11	8	»	»	48	60,0
Mars........	9	5	7	19	7	47	35	10	13	7	3	2	82	76,8
Totaux...	10	6	19	40	25	100	77	18	33	20	3	3	177	202,1

» *Régions d'activité.* — Le nombre de groupes de facules est également plus élevé que dans le trimestre précédent (177 contre 115, donnant une surface de 202,1 millièmes au lieu de 177,2); mais, néanmoins, comme pour les taches, l'étendue relative est en diminution; 1,14 au lieu de 1,54.

» La variation dans le nombre de groupes se répartit ainsi :

» Au sud on a 100 groupes au lieu de 64. De — 0° à — 10°, même nombre, soit 25 groupes; de — 10° à — 20°, 19 groupes en plus; de — 20° à — 30°, 4 en plus; de — 30° à — 40°, 3 en plus, et de — 40° à — 90°, 10 en plus (il n'en a pas été noté dans cette zone le trimestre précédent).

» Au nord, on a 77 groupes au lieu de 51. De + 0° à + 10°, 4 groupes en plus; de + 10° à + 20°, 7 en plus; de + 20° à + 30°, 9 en plus; de + 30° à + 40°, 3 en plus, et 3 également entre + 40° et + 90 (on n'en a pas noté dans ces deux zones durant l'autre trimestre).

» Enfin, de l'ensemble de nos observations à la fin du premier trimestre de 1894, il résulte que le mois de mars a présenté un minimum plus marqué que celui de novembre 1893; le maximum, pour les taches, aurait eu lieu en août 1893 et, pour les facules, en mai de la même année. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quatre solutions connexes du problème de la transformation relatif à la fonction elliptique de deuxième espèce.* Note de M. **F. de Salvert**, présentée par M. Hermite.

« Les quatre solutions sur lesquelles nous voulons appeler l'attention dans cette Note présentent une grande importance pour la théorie et l'emploi des Coordonnées de Lamé, ainsi que nous le faisons voir dans le Chapitre VI et dernier de notre *Mémoire sur la recherche la plus générale d'un système orthogonal triplement isotherme* (*Annales de la Société scientifique de Bruxelles,* t. XVII, 2e Partie, p. 434-460 et 525-554). Les formules qui constituent ces solutions, et qui se rapportent aux quatre nouveaux modules

$$(1)\qquad a)\ l_1 = k', \qquad b)\ l_2 = \frac{1}{k'}, \qquad c)\ l_3 = \frac{ik'}{k}, \qquad d)\ l_4 = \frac{ik}{k'},$$

peuvent d'ailleurs se ramener à une seule d'entre elles, en raison de ce que, d'une part, les relations b) et c) qui caractérisent la seconde et la troisième sont réciproques, c'est-à-dire se déduisent l'une de l'autre en intervertissant l'ancien et le nouveau module, et, d'autre part, que, pour les deux autres a) et d), les valeurs des nouveaux modules sont (au signe près) les inverses de celles relatives aux précédentes, en sorte que la nouvelle expression de la fonction $Z(x)$ pour chacun de ces deux cas se déduira très aisément de celles déjà obtenues pour les deux autres cas, à l'aide des formules connexes très connues

$$(2)\qquad \operatorname{sn}\left(x, \frac{1}{k}\right) = k \operatorname{sn}\left(\frac{x}{k}, k\right), \qquad Z\left(x, \frac{1}{k}\right) = \frac{1}{k} Z\left(\frac{x}{k}, k\right),$$

dont la seconde résulte immédiatement de la première.

» Partant donc, pour les quatre cas ci-dessus (1), des formules de transformation relatives aux fonctions de première espèce, qui se déduisent im-

médiatement de formules classiques, savoir

$$(3)\quad \begin{cases} a)\quad \operatorname{sn}(x,k') = -\,i\dfrac{\operatorname{sn}(ix,k)}{\operatorname{cn}(ix,k)}, & b)\quad \operatorname{sn}\left(x,\dfrac{1}{k'}\right) = -\,ik'\dfrac{\operatorname{sn}\left(\dfrac{ix}{k'},k\right)}{\operatorname{cn}\left(\dfrac{ix}{k'},k\right)}, \\ c)\quad \operatorname{sn}\left(x,\dfrac{ik'}{k}\right) = -\,ik\dfrac{\operatorname{sn}\left(\dfrac{ix}{k},k\right)}{\operatorname{dn}\left(\dfrac{ix}{k},k\right)}, & d)\quad \operatorname{sn}\left(x,\dfrac{ik}{k'}\right) = k'\dfrac{\operatorname{sn}\left(\dfrac{x}{k'},k\right)}{\operatorname{dn}\left(\dfrac{x}{k'},k\right)}, \end{cases}$$

il suffira dès lors d'établir, relativement à la fonction de deuxième espèce, une seule des quatre formules de transformation correspondantes de l'un ou de l'autre des deux groupes suivants (4) ou (5) :

$$(4)\quad \begin{cases} a)\ \mathrm{Z}(x,k') = x + (\mathrm{J}'-i\mathrm{J}) + i\mathrm{Z}(ix+\mathrm{K}+i\mathrm{K}',k); \\ b)\ \mathrm{Z}\left(x,\dfrac{1}{k'}\right) = \dfrac{x}{k'^2} + \dfrac{1}{k'}(\mathrm{J}'-i\mathrm{J}) + \dfrac{i}{k'}\mathrm{Z}\left(\dfrac{ix}{k'}+\mathrm{K}+i\mathrm{K}',k\right); \\ c)\ \mathrm{Z}\left(x,\dfrac{ik'}{k}\right) = x - \dfrac{i}{k}\mathrm{J} + \dfrac{i}{k}\mathrm{Z}\left(\dfrac{ix}{k}+\mathrm{K},k\right); \\ d)\ \mathrm{Z}\left(x,\dfrac{ik}{k'}\right) = -\dfrac{k^2}{k'^2}x - \dfrac{1}{k'}\mathrm{J} + \dfrac{1}{k'}\mathrm{Z}\left(\dfrac{x}{k'}+\mathrm{K},k\right). \end{cases}$$

» A cet effet, faisant pour un instant $x = ix'$, d'où $x' = -ix$, on aura tout d'abord, en vertu de formules classiques,

$$\operatorname{dn}\left(x,\frac{ik'}{k}\right) = \frac{1}{\operatorname{dn}\left(\dfrac{x}{k},k'\right)} = \frac{1}{\operatorname{dn}\left(\dfrac{ix'}{k},k'\right)} = \frac{\operatorname{cn}\left(\dfrac{x'}{k},k\right)}{\operatorname{dn}\left(\dfrac{x'}{k},k\right)}$$
$$= \operatorname{sn}\left(\frac{x'}{k}+\mathrm{K},k\right) = \operatorname{sn}\left(\frac{ix}{k}+\mathrm{K},k\right),$$

et, par suite, eu égard à la définition de la fonction $\mathrm{Z}(x)$,

$$x - \mathrm{Z}\left(x,\frac{ik'}{k}\right) = \int_0^x dx - \int_0^x \left(\frac{ik'}{k}\right)^2 \operatorname{sn}^2\left(x,\frac{ik'}{k}\right)dx = \int_0^x \left[1-\left(\frac{ik'}{k}\right)^2\operatorname{sn}^2\left(x,\frac{ik'}{k}\right)\right]dx$$
$$= \int_0^x \operatorname{dn}^2\left(x,\frac{ik'}{k}\right)dx = \int_0^x \operatorname{sn}^2\left(\frac{ix}{k}+\mathrm{K},k\right)dx.$$

La substitution linéaire $z = \dfrac{ix}{k} + \mathrm{K}$, d'où $dx = -ik\,dz$, donnera donc

$$x - \mathrm{Z}\left(x,\frac{ik'}{k}\right) = \int_{\mathrm{K}}^{z} \operatorname{sn}^2 z(-ik)\,dz = \frac{-i}{k}\left(\int_0^z k^2\operatorname{sn}^2 z\,dz - \int_0^{\mathrm{K}} k^2\operatorname{sn}^2 z\,dz\right)$$
$$= \frac{-i}{k}[\mathrm{Z}(z,k)-\mathrm{Z}(\mathrm{K},k)] = \frac{-i}{k}\left[\mathrm{Z}\left(\frac{ix}{k}+\mathrm{K},k\right)-\mathrm{J}\right],$$

c'est-à-dire, en ne conservant de cette suite d'égalités que les seuls membres extrêmes, la troisième des formules (4) que nous voulions établir.

» Ces mêmes formules, en les développant, pourront encore être présentées sous l'autre forme suivante, qui met en évidence leur réalité pour un argument x réel, et un module k supposé canonique :

$$(5)\quad \begin{cases} a)\quad Z(x,k') = x - \dfrac{\operatorname{sn}(x,k')\operatorname{dn}(x,k')}{\operatorname{cn}(x,k')} + i\,Z(ix,k), \\[2ex] b)\quad Z\left(x,\dfrac{1}{k'}\right) = \dfrac{x}{k'^2} - \dfrac{1}{k'}\dfrac{\operatorname{sn}\left(\dfrac{x}{k'},k'\right)\operatorname{dn}\left(\dfrac{x}{k'},k'\right)}{\operatorname{cn}\left(\dfrac{x}{k'},k'\right)} + \dfrac{i}{k'}Z\left(\dfrac{ix}{k'},k\right), \\[2ex] c)\quad Z\left(x,\dfrac{ik'}{k}\right) = x - k\dfrac{\operatorname{sn}\left(\dfrac{x}{k},k'\right)}{\operatorname{cn}\left(\dfrac{x}{k},k'\right)\operatorname{dn}\left(\dfrac{x}{k},k'\right)} + \dfrac{i}{k}Z\left(\dfrac{ix}{k},k\right), \\[2ex] d)\quad Z\left(x,\dfrac{ik}{k'}\right) = -\dfrac{k^2}{k'^2}x + \dfrac{k^2}{k'}\dfrac{\operatorname{sn}\left(\dfrac{x}{k'},k\right)\operatorname{cn}\left(\dfrac{x}{k'},k\right)}{\operatorname{dn}\left(\dfrac{x}{k'},k\right)} + \dfrac{1}{k'}Z\left(\dfrac{x}{k'},k\right). \end{cases}$$

» Les expressions des fonctions complètes de deuxième espèce, correspondant à chaque nouveau module l, s'obtiendront sans peine, à l'aide des premières formules (4), à la condition de déduire préalablement des formules (3), par le procédé élémentaire que nous employons dans le travail susmentionné, celles des fonctions complètes de première espèce L et L'. En suivant cette voie, on obtiendra ainsi les valeurs

$$(6)\quad \begin{cases} a)\quad l_1 = k', & \begin{cases} L_1 = K', \\ J_1 = K' - J', \end{cases} & \begin{matrix} L'_1 = K, \\ J'_1 = K - J; \end{matrix} \\[2ex] b)\quad l_2 = \dfrac{1}{k'}, & \begin{cases} L_2 = k'(K' + iK), \\ J_2 = \dfrac{1}{k'}[K' - J' + i(K - J)], \end{cases} & \begin{matrix} L'_2 = k'K, \\ J'_2 = \dfrac{1}{k'}(K - J); \end{matrix} \\[2ex] c)\quad l_3 = \dfrac{ik'}{k}, & \begin{cases} L_3 = kK', \\ J_3 = kK' - \dfrac{1}{k}J', \end{cases} & \begin{matrix} L'_3 = k(K - iK'), \\ J'_3 = kK - \dfrac{1}{k}J - i\left(kK' - \dfrac{1}{k}J'\right); \end{matrix} \\[2ex] d)\quad l_4 = \dfrac{ik}{k'}, & \begin{cases} L_4 = k'K, \\ J_4 = \dfrac{1}{k'}(J - k^2K), \end{cases} & \begin{matrix} L'_4 = k'(K' - iK), \\ J'_4 = \dfrac{1}{k'}[J' - k^2K' - i(J - k^2K)]. \end{matrix} \end{cases}$$

» Ces expressions ne seraient pas fournies, quant aux J et J'; par les secondes formules (5), lesquelles deviennent indéterminées pour les valeurs de l'argument $x = L$ et $x = L + iL'$, relatives à chaque module l, que l'on devrait employer pour les obtenir.

» A titre de vérification, l'on pourra constater très aisément qu'elles satisfont bien, comme cela doit être, aux conditions connues :

$$L_1 J'_1 - J_1 L'_1 = \frac{\pi}{2}, \qquad \ldots, \qquad L_4 J'_4 - J_4 L'_4 = \frac{\pi}{2}. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la limitation du degré pour les intégrales algébriques de l'équation différentielle du premier ordre.* Note de M. **Autonne**, présentée par M. Jordan.

« Considérons (voir ma Note du 8 mai 1893) une intégrante algébrique G de degré n située sur une surface algébrique $\mathfrak{F}$,

$$F_1(z_1, z_2, z_3, z_4) = 0 \qquad \text{ou} \qquad F(x, y, z) = 0,$$

de degré N. Appelons *pivot* tout point de $\mathfrak{F}$ où

$$\left\| \begin{matrix} p_1 & p_2 & p_3 & p_4 \\ z_2 & -z_1 & -z_4 & z_3 \end{matrix} \right\| = 0, \qquad p_j = \frac{\partial F_1}{\partial z_j}.$$

On s'assure directement sans peine si les pivots sont en nombre fini ou infini (lignes *pivotales*). J'ai démontré que n est limité par l'inégalité (o), savoir

$$n(N+2) \leqq 2\Psi(N) + \Sigma\mathfrak{E}, \qquad \Psi(N) = \tfrac{1}{6}(N+1)(N+2)(N+3) - 1,$$
$$\mathfrak{E} = 2\beta - 2\alpha + \eta - \gamma;$$

les entiers α, β, γ, η ont la signification expliquée dans ma dernière Note. La sommation Σ s'étend à chaque pivot d'*équivalent* $\mathfrak{E}$. Le calcul effectif de l'équivalent exige *seulement* la connaissance des divers *cycles* (au sens d'Halphen) de G issus du pivot. Je me propose de montrer dans la présente Communication comment on se procure ces renseignements.

» Prenons un pivot (x_0, y_0, z_0); nommons *amorce algébroïde d'intégrante issue du pivot* la portion de courbe, bornée par les rayons de convergence

$$x - x_0 = t^m, \qquad y - y_0 = Y(t) = \sum_j Y_j t^j, \qquad z - z_0 = Z(t) = \sum_j Z_j t^j,$$
$$m = \text{entier positif};\ j = 1, 2, 3, \ldots, \infty;\ Y_j, Z_j = \text{const.}],$$

pourvu que l'on ait identiquement $F(x_0 + t^m, y_0 + Y, z_0 + Z) = 0$ et (condition d'intégrance)

$$d(z_0 + Z) = (y_0 + Y)\, d(x_0 + t^m) - (x_0 + t^m)\, d(y + Y).$$

Il est évident que toute branche de cycle pour G doit être cherchée parmi les amorces.

» Le pivot sera de la *seconde catégorie* s'il existe des amorces mobiles, c'est-à-dire dépendant d'un paramètre arbitraire; il y aura *première catégorie* dans le cas contraire. « Pour un pivot isolé, la distinction des catégories se fait par un nombre d'opérations algébriques fini et limité » d'avance; pour un pivot pris sur une ligne pivotale, ce nombre d'opérations, quoique fini, se laisse limiter d'avance généralement, mais pas » toujours. »

» Pour construire une amorce mobile, il suffit de recourir aux deux opérations suivantes : 1° développer en séries les coordonnées d'un point sur une courbe algébrique *plane*, aux abords d'un point multiple; 2° développer en série une fonction u de s, la dérivée étant une fonction holomorphe connue de u et de s. Pour une amorce mobile, Y_j et Z_j ont la forme suivante ($\rho_j =$ entier positif, E_j étant un polynome, σ un nombre *limité;* les e sont des fonctions algébriques connues d'un paramètre arbitraire)

$$\frac{E_j(e_1, e_2, \ldots, e_\sigma)}{e_0^{\rho_j}}.$$

» La construction d'une amorce fixe se ramène *par un nombre fini et limité à l'avance d'opérations algébriques* à l'intégration de l'équation classique de Briot et Bouquet

$$\xi \frac{d\eta}{d\xi} = a\eta + \ldots,$$

où la partie réelle de a n'est pas positive. Lorsque le pivot est sur une ligne pivotale, ce nombre d'opérations, quoique fini, ne se laisse pas toujours limiter à l'avance.

» Supposons que sur $\mathfrak{F}$ il y ait un nombre fini de pivots (par l'absence de lignes pivotales, dont on s'assure directement), tous de la première catégorie (ce qu'on vérifie par un nombre fini et limité d'opérations algébriques, comme il est dit ci-dessus). Il y aura un nombre fini et connu d'amorces issues des pivots; associons ces amorces à plusieurs, de toutes les façons possibles, pour en faire des branches d'une même intégrante

algébrique; il viendra un nombre fini de résultats et chaque combinaison fournira une certaine somme d'équivalents $\Sigma\mathfrak{C}$; on prendra la plus grande somme pour l'introduire dans la formule (o). n sera effectivement limité.

» $\Sigma\mathfrak{C}$ devient illimitée : 1° lorsqu'il existe des pivots de la seconde catégorie, dont l'équivalent est illimité; 2° quand il existe des lignes pivotales, car il y a alors dans la somme $\Sigma\mathfrak{C}$ un nombre illimité de termes. Ces deux cas appellent des recherches plus approfondies qui feront, j'espère, l'objet d'une Communication ultérieure.

» Le détail de ma méthode de limitation pour n, sur des surfaces $\mathfrak{F}$ à singularités élevées, est exposé dans un travail assez étendu, qui paraîtra dans un prochain Cahier du *Journal de l'École Polytechnique*. Les fondements de la théorie sont empruntés soit aux publications d'Halphen sur les courbes algébriques, leur classification et leurs cycles, soit aux recherches classiques de Briot et Bouquet, de MM. Poincaré et Picard, etc., sur les développements en séries des intégrales de l'équation différentielle du premier ordre, le tout, bien entendu, notablement approprié à mon objet spécial. Mon procédé pour la réduction successive de la singularité du pivot n'est pas sans analogie avec les recherches de M. Kobb (*Journal de Mathématiques*, 1892) sur les points singuliers des surfaces algébriques.

» Comme application, j'ai étudié complètement le pivot, sur une surface $\mathfrak{F}$ $F(z_1, z_2, z_3, z_4) = 0$, pour lequel une au moins des $\frac{\partial^2 F}{\partial z_i \partial z_j}$ ne s'évanouit pas, les $\frac{\partial^3 F}{\partial z_i \partial z_j \partial z_k}$ étant *quelconques*.

» Il y a douze types de pivot, savoir : dix de la première catégorie et deux de la seconde. Pour les dix premiers, l'équivalent ne dépasse pas zéro.

» Dans la seconde catégorie, nous rencontrons d'abord le *nœud* ordinaire dont j'ai déjà fait une étude approfondie (Note du 23 janvier 1893); l'équivalent ne dépasse pas

$$\sigma^2 mm' + \sigma(m + m'),$$

où m et m' sont des entiers positifs connus, σ est un entier illimité, positif.

» Pour le second pivot de la deuxième catégorie, l'équivalent est $\sigma(\sigma - 2)$, l'entier positif σ étant illimité.

» Pour les douze types, les entiers α et β sont nuls; l'intégrante G se construit par le procédé indiqué dans ma Note du 9 novembre 1891. Si $\mathfrak{F}$

a un nombre fini de pivots, tous les dix premiers types, le degré n de G ne dépasse pas

$$\Psi(N)(N+2)^{-1},$$

comme dans ma Note du 24 octobre 1892. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les propriétés des groupes de substitutions dont l'ordre est égal à un nombre donné.* Note de M. **E. Maillet**, présentée par M. Jordan.

« Quand on se donne *a priori* l'ordre d'un groupe de substitutions, ce groupe doit satisfaire dans bien des cas à certaines conditions. Réciproquement, des propriétés d'un groupe étant données, son ordre doit satisfaire dans bien des cas à certaines conditions : ainsi, quand p^m est la plus haute puissance du nombre premier p qui divise l'ordre $\mathcal{G}$ d'un groupe G, ce groupe renfermera au moins un groupe d'ordre p^m; on aura

$$(1) \qquad \mathcal{G} = p^m \nu(1+np),$$

où ν est premier à p, et où $p^m\nu$ est l'ordre du groupe des substitutions de G qui sont permutables à un groupe de G d'ordre p^m (1).

» En étudiant les deux problèmes généraux précités, nous sommes arrivé en particulier aux résultats suivants :

» I. Soient G un groupe de substitutions, p^m la plus haute puissance du nombre premier p qui divise l'ordre $\mathcal{G}$ de G. On a

$$(2) \qquad \mathcal{G} = p^m\nu(1+n_1p+\ldots+n_\alpha p^\alpha+\ldots+n_m p^m),$$

où $p^m\nu$ est l'ordre du groupe des substitutions de G qui sont permutables à un groupe de G d'ordre p^m.

» La condition nécessaire et suffisante pour que $n_\alpha \neq 0$ est que l'on puisse trouver dans G deux groupes d'ordre p^m ayant en commun exactement $p^{m-\alpha}$ substitutions.

» Cette propriété est une conséquence directe d'un théorème de M. Frobenius (2).

» II. Soit G un groupe de substitutions de degré N, et d'ordre $G = p_1^{m_1}, p_2^{m_2}, \ldots, p_k^{m_k}, p_1, p_2, \ldots, p_k$ étant des nombres premiers différents;

(1) Sylow, *Théorèmes sur les groupes de substitutions* (*Math. Ann.*, t. V, p. 584).
(2) *Journal für Mathematik*, t. CI, p. 281.

soient $N - u_\lambda$, $N - u_{\lambda-1}$, ..., $N - u_1$, $N - u_0$ les nombres différents qui expriment les degrés des divers groupes d'ordre $p_1^{m_1}$, $p_2^{m_2}$, ..., $p_k^{m_k}$ contenus dans G : l'ordre $\mathcal{G}$ du groupe G divise le nombre

$$\mathcal{A} = (N - u_\lambda)(N - u_{\lambda-1})\ldots(N - u_1)(N - u_0).$$

» III. L'ordre $\mathcal{G}$ d'un groupe G de classe $N - u_0$ et de degré N divise le produit $\mathcal{C} = N(N-1)\ldots(N-u_0)$.

» IV. Dans la formule (1) de M. Sylow, quand $m > 1$ et $n < p$, G est composé et ne peut être primitif que s'il est linéaire et de degré p^θ.

» V. Dans la formule (1) de M. Sylow, quand $m > 1$ et quand G contient une substitution d'ordre p^m, G ne peut être simple ou primitif que si, dans la formule (2), $n_m \neq 0$.

» Les résultats ci-dessus seront établis et développés dans un Mémoire qui paraîtra prochainement. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes.* Note de M. J. **Beudon**, présentée par M. Picard.

« 1. Le nombre des équations aux dérivées partielles du second ordre dont l'intégration a été ramenée à l'étude d'équations différentielles ordinaires est très limité. On doit à M. Darboux une méthode qui est applicable dans des cas très étendus, mais on ne l'a pas souvent utilisée. La théorie des groupes de transformations de M. Lie permet de trouver des types d'équations pour lesquelles l'intégration est particulièrement aisée.

» En effet, si une équation aux dérivées partielles du second ordre admet un groupe de transformations dépendant d'une fonction arbitraire d'un seul argument, la considération des invariants différentiels de ce groupe permettra d'adjoindre à l'équation proposée une autre équation ayant avec elle une solution commune dépendant d'une fonction arbitraire; or, c'est là le principe même de la méthode de M. Darboux.

» Ces considérations m'ont conduit à la recherche de tous les groupes ponctuels infinis de l'espace à trois dimensions, en prenant pour guide le Mémoire de M. Lie relatif aux groupes du plan (*Ueber unendliche continuirliche Gruppen*, Christiania, 1883). Pour obtenir, en particulier, tous les systèmes d'équations du premier ordre susceptibles de définir les formes canoniques des transformations infinitésimales de ces groupes, il

suffit d'écrire les équations de définition du premier ordre des différents groupes linéaires et homogènes à trois variables. Les équations que l'on obtient ainsi s'intègrent très facilement, et l'on peut former le tableau des groupes infinis à trois variables.

» On peut déduire de ce tableau la solution générale d'un problème traité par M. Picard [*Sur certains systèmes d'équations aux dérivées partielles généralisant la théorie des fonctions d'une variable complexe* (*Journal de Mathématiques*, 1892)], et qui consiste à trouver un système de m équations différentielles définissant n fonctions $P_1, \ldots, P_n$ de n variables $x_1, \ldots, x_n$ de telle façon qu'un second système de solutions $Q_1, Q_2, \ldots, Q_n$ complètement arbitraire étant choisi, les fonctions P considérées comme fonctions des Q, satisfassent aux mêmes équations. Il suffira, pour avoir tous ces systèmes dans le cas de trois fonctions, de considérer tous les groupes à trois variables, et d'égaler les systèmes fondamentaux d'invariants à la valeur qu'ils prennent pour la transformation identique. Le problème précédent revient d'ailleurs à la recherche de tous les groupes infinis pour lesquels les équations de définition ne contiennent pas explicitement les variables, et M. Picard a établi (*loc. cit.*) que cette recherche se ramène à celle de certains groupes finis.

» 2. Si une équation aux dérivées partielles du second ordre admet un groupe infini de transformations ponctuelles, on pourra toujours reconnaître à quel type il appartient, et l'on sera ramené au problème de la réduction de ce groupe à sa forme canonique; M. Lie a donné les éléments de la solution de ce dernier problème [*Classification und Integration von gewohnlichen Differentialgleichungen zwischen x, y, die eine Gruppe von Transformationen gestatten* (*Archiv for Mathematik og Naturvidenskab*, Christiania; 1882)].

» La réduction une fois effectuée, on peut appliquer sans peine la méthode de M. Darboux, ainsi que vont le montrer les deux exemples suivants.

» Considérons l'équation

$$s = p\varphi(y, z, q, t) \tag{1}$$

qui admet le groupe infini $x' = X(x)$, $y' = y$, $z' = z$. Adjoignons-lui l'équation

$$q = \lambda(y, z), \tag{2}$$

qui admet aussi le groupe infini donné. Si les équations (1) et (2) ont une

solution commune, elles en auront une infinité dépendant d'une fonction arbitraire; or, il suffit pour cela que λ soit une intégrale de l'équation

$$(3)\qquad \frac{\partial\lambda}{\partial z} = \varphi\left(y, z, \lambda, \frac{\partial\lambda}{\partial y} + \lambda\frac{\partial\lambda}{\partial z}\right).$$

» De même, l'équation $s = e^{kz}$, intégrée par Liouville, admet le groupe infini dont la transformation infinitésimale est

$$\mathrm{X}(x)\frac{\partial f}{\partial x} + \mathrm{Y}(y)\frac{\partial f}{\partial y} - \frac{1}{k}(\mathrm{X}' + \mathrm{Y}')\frac{\partial f}{\partial z};$$

on aura un sous-groupe dépendant d'une seule fonction arbitraire, en considérant la transformation infinitésimale

$$\mathrm{X}\frac{\partial f}{\partial x} - \frac{1}{k}\mathrm{X}'\frac{\partial f}{\partial z},$$

il conduira à l'équation plus générale

$$(4)\qquad s = e^{kz}\varphi(t, q, y),$$

et permettra de l'intégrer, ainsi que l'équation de Liouville elle-même, par la considération de l'équation auxiliaire

$$(5)\qquad t = \lambda(q, y).$$

» L'intégration de (4) sera en effet ramenée à celle de l'équation du premier ordre

$$0 = \frac{\partial\varphi}{\partial\lambda}\left(\frac{\partial\lambda}{\partial y} + \lambda\frac{\partial\lambda}{\partial q}\right) + \frac{\partial\varphi}{\partial y} + \frac{\partial\varphi}{\partial q}\lambda + \left(\frac{\partial\lambda}{\partial q} - kq\right)\varphi(\lambda, y, q). »$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales uniformes des équations du premier ordre et du genre zéro.* Note de M. **Petrovitch**, présentée par M. Picard.

« Envisageons d'abord l'équation

$$(1)\qquad \frac{dy}{dx} = \frac{\mathrm{P}(x,y)}{\mathrm{Q}(x,y)},$$

où P et Q sont polynomes en y des degrés m et n, algébriques en x. On peut toujours, à l'aide d'une transformation homographique, supposer

$$m = n + 2,$$

de sorte que $y = \infty$ soit une valeur ordinaire de l'intégrale.

» Il peut arriver que l'équation admette des intégrales particulières uniformes, rationnelles ou transcendantes; dans ce dernier cas, je dirai que deux ou plusieurs telles intégrales sont *distinctes*, s'il n'existe entre elles aucune relation algébrique à coefficients algébriques en x.

» D'abord, on peut démontrer le résultat suivant : *pour que* (1) *puisse admettre des intégrales uniformes transcendantes, il faut que* P *et* Q *soient rationnels en* x.

» En supposant cette condition remplie, je me propose de montrer comment les procédés employés par M. Painlevé ([1]) dans l'étude des intégrales rationnelles de (1), joints au théorème connu de M. Picard sur les zéros d'une fonction uniforme dans le voisinage d'un point essentiel, permettent de préciser une limite supérieure du nombre des intégrales uniformes transcendantes distinctes de (1).

» 1° $Q = 0$ *a plus de deux racines distinctes* $y_i = \varphi_i(x)$ $(i = 1, 2, 3, \ldots)$. Alors *toute intégrale uniforme est rationnelle*. En effet, si elle avait un point essentiel $x = a$, on peut toujours supposer $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ uniformes autour de a, car si a était un point critique des φ_i, comme celles-ci sont algébriques en x, on les rendrait uniformes autour de a en posant $x = a + \xi^\nu$, où ν est un entier. Envisageons l'expression

$$z = \frac{(\varphi_2 - \varphi_3)(y - \varphi_1)}{(\varphi_2 - \varphi_1)(y - \varphi_3)}.$$

Pour $y = \varphi_1(x)$ on a $z = 0$; pour $y = \varphi_2$, $z = 1$; pour $y = \varphi_3$, $z = \infty$. D'autre part, y supposée uniforme ne peut être égale à φ_1, φ_2 ou φ_3 que pour les valeurs exceptionnelles de x en nombre fini. Donc $z(x)$ est une fonction à un nombre limité de valeurs, admettant $x = a$ comme point essentiel, uniforme dans le voisinage de ce point et ne prenant dans ce voisinage les trois valeurs 0, 1, ∞ qu'un nombre fini de fois. La fonction y ne peut donc admettre de points essentiels (à distance finie ou infinie); c'est donc une fonction rationnelle de x.

» 2° $Q = 0$ *a deux racines* $y_i = \varphi_i(x)$ *distinctes* $(i = 1, 2)$. Posons

$$z = \frac{y - \varphi_1}{y - \varphi_2}.$$

» Le rapport $\frac{z_2}{z_1}$ de deux intégrales de l'équation en z, qui correspon-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CX, p. 34, 1890; et aussi *Annales de l'École Normale supérieure*, p. 305; 1892.

dent à deux intégrales uniformes de (1), peut être supposé uniforme dans le voisinage d'un point essentiel de y et ne peut prendre, dans ce voisinage, les trois valeurs 0, 1, ∞ qu'un nombre limité de fois; y ne peut donc avoir de points essentiels. Par conséquent, (1) *ne peut pas avoir deux intégrales uniformes distinctes.*

» 3° $Q = 0$ *n'a qu'une seule racine* $y = \varphi(x)$. Alors $\varphi(x)$ est nécessairement rationnel. Posons $z = \frac{1}{y - \varphi_1}$ et soient z_1, z_2, z_3 trois intégrales uniformes de l'équation en z, qui correspondent à trois intégrales uniformes distinctes de (1). L'expression

$$\varphi(x) = \frac{z_1 - z_2}{z_1 - z_3}$$

est alors une fonction uniforme dans tout le plan, sans coupure et ne pouvant prendre les trois valeurs 0, 1, ∞ qu'un nombre fini de fois; c'est donc une fonction rationnelle de x. Par conséquent, (1) *ne peut admettre plus de deux intégrales uniformes distinctes.*

» 4° Q *est indépendant de* y. On a alors une équation de Riccati ou linéaire. L'équation de Riccati admet au plus 3, et l'équation linéaire au plus deux intégrales uniformes distinctes.

» On peut donc énoncer le théorème suivant :

» *L'équation* (1) *ne peut jamais avoir plus de trois intégrales uniformes distinctes.*

» *Si elle en admet* 3, *c'est une équation de Riccati. Si elle en admet* 2, *c'est une équation de Riccati, ou linéaire, ou de la forme*

$$\frac{dy}{dx} = \frac{P(x, y)}{(y - \varphi)^n},$$

où P *est un polynome en* y *de degré* $n + 2$, *rationnel en* x, *et* $\varphi(x)$ *une fraction rationnelle en* x.

» *Si elle en admet* 1, *elle a une des formes précédentes ou bien la forme*

$$\frac{dy}{dx} = \frac{P(x, y)}{(y - \varphi_1)^k (y - \varphi_2)^{k'}},$$

où φ_1 *et* φ_2 *sont algébriques en* x, *et* P *de degré* $k + k' + 2$ *en* y.

» Dans le cas où P et Q sont algébriques (non rationnels) en x, l'équation (1) ne peut pas admettre d'intégrales uniformes en x transcendantes.

L'équation (1) peut alors s'écrire

$$F\left(x, X, y, \frac{dy}{dx}\right) = 0,$$

où F est un polynome irréductible en x, X, y, y', et x et X étant liés par une relation algébrique $G(x, X) = 0$. *Il peut alors exister des intégrales uniformes en x et X transcendantes;* un raisonnement analogue au précédent conduit à un théorème analogue à celui qui vient d'être énoncé : le nombre des intégrales uniformes en (x, X) distinctes ne peut jamais surpasser 3, etc.

Enfin, *les méthodes et les conclusions qui précèdent s'appliquent à une équation quelconque du premier ordre, algébrique en x, y, y' et du genre zéro en (y, y').* »

PHYSIQUE. — *Variation de la tension superficielle avec la température.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« Les principes de la Thermodynamique permettent de démontrer très simplement que la tension superficielle d'un même liquide au contact de sa vapeur saturante est une fonction linéaire de la température absolue, grâce à une hypothèse très vraisemblable *a priori* et justifiée *a posteriori*.

» Considérons une certaine masse d'un liquide que nous supposerons à toute température sous la pression de sa vapeur saturante, de façon que cette pression p, ainsi que le volume v de la masse liquide, soit une fonction de sa température absolue T. Prenons comme variable indépendante cette température T et l'étendue σ de la surface libre du liquide. Dans une transformation élémentaire, la quantité de chaleur dQ qu'il faut fournir à la masse liquide peut être exprimée par

$$(1) \qquad dQ = B\,d\sigma + C\,dT,$$

C représentant la capacité calorifique de la masse à surface constante et B une grandeur que nous verrons ne pas être nulle.

» En désignant par A la tension superficielle, le travail extérieur dû à la variation élémentaire de la surface est $-A\,d\sigma$, et le travail dû aux pressions est $p\,dv$. Par conséquent, la variation d'énergie élémentaire dU de la masse est donnée par

$$(2) \qquad dU = E(B\,d\sigma + C\,dT) - (p\,dv - A\,d\sigma) = (EB + A)\,d\sigma + \left(EC - p\frac{dv}{dT}\right)dT.$$

Quant à la variation élémentaire d'entropie dS, elle est donnée, si la transformation est réversible, cas que nous considérons d'abord, par

$$(3) \qquad dS = \frac{B}{T} d\sigma + \frac{C}{T} dT.$$

Appliquons les deux principes de la Thermodynamique en écrivant que dU et dS sont des différentielles exactes; nous obtenons les deux relations

$$(4) \qquad E\frac{\partial B}{\partial T} + \frac{\partial A}{\partial T} = E\frac{\partial C}{\partial T} \quad \text{ou} \quad \frac{\partial A}{\partial \sigma} = -E\left(\frac{\partial B}{\partial T} - \frac{\partial C}{\partial \sigma}\right),$$

$$(5) \qquad \frac{1}{T}\frac{\partial B}{\partial T} - \frac{B}{T^2} = \frac{1}{T}\frac{\partial C}{\partial T} \quad \text{ou} \quad \frac{B}{T} = \frac{\partial B}{\partial T} - \frac{\partial C}{\partial \sigma}.$$

» Par élimination de $\frac{\partial B}{\partial T} - \frac{\partial C}{\partial \sigma}$ entre (4) et (5), on obtient

$$(6) \qquad B = -\frac{T}{E}\frac{\partial A}{\partial T},$$

relation qui nous montre que B n'est pas nul et est une quantité positive, puisque A diminue avec la température. Ainsi :

» *Pour accroître la surface libre d'un liquide en maintenant constante sa température, il faut lui fournir de la chaleur.* B peut être appelé la *chaleur latente d'accroissement de surface libre.*

» En dérivant (6) par rapport à T, on obtient

$$(7) \qquad \frac{\partial B}{\partial T} = -\frac{1}{E}\frac{\partial A}{\partial T} - \frac{T}{E}\frac{\partial^2 A}{\partial T^2}$$

qui, en vertu de (4), se réduit à

$$(8) \qquad \frac{\partial^2 A}{\partial T^2} = -\frac{E}{T}\frac{\partial C}{\partial \sigma}.$$

» Faisons l'hypothèse fort vraisemblable que la chaleur spécifique de la couche superficielle du liquide ne diffère pas de la chaleur spécifique de la partie profonde, nous aurons alors

$$(9) \qquad \frac{\partial C}{\partial \sigma} = 0;$$

d'où, d'après (8),

$$(10) \qquad \frac{\partial^2 A}{\partial T^2} = 0 \quad \text{ou} \quad \frac{d^2 A}{dT^2} = 0,$$

puisque A ne dépend que de la température.

» On conclut de la relation (10)

(11) $$A = aT + b,$$

a et b étant deux constantes : *La tension superficielle est une fonction linéaire de la température absolue.*

» Désignons par Θ la température absolue critique pour cette température, A étant nul, on a

(12) $$0 = a\Theta + b;$$

d'où

(13) $$A = a(T - \Theta) \quad \text{ou, en posant } \alpha = -a, \quad A = \alpha(\Theta - T);$$

c'est à peu près la relation trouvée expérimentalement par MM. Ramsay et Schields pour un grand nombre de liquides ([1]).

» Faisons remarquer qu'en vertu de la relation (8), on a certainement pour ces liquides $\frac{\partial c}{\partial \sigma} = 0$ et, par conséquent, que la chaleur spécifique de la couche superficielle ne diffère pas de la chaleur spécifique de la partie profonde du liquide. Il serait tout à fait invraisemblable que, pour les autres liquides, il n'en fût pas ainsi, et le fait que ces liquides ont, entre certaines limites de température, une tension superficielle qui n'est plus une fonction linéaire de la température, doit être expliqué ainsi qu'il suit.

» Nous avons supposé plus haut, en écrivant la valeur de la différentielle de l'entropie (3), que, dans l'étendue des températures considérées, la variation de température ne donnait lieu qu'à des phénomènes réversibles et, en outre, que l'état du système était parfaitement défini par les deux variables σ et T. Il peut ne pas en être toujours ainsi : par exemple, quand une réaction chimique ou un changement de poids moléculaire se produit, c'est-à-dire quand le liquide ne reste plus le même. Entre les limites de température où ont lieu des phénomènes non réversibles ou définis par d'autres variables que σ et T, la tension superficielle peut cesser

---

([1]) MM. Ramsay et Schields trouvent que la tension superficielle est une fonction linéaire de la température jusqu'à quelques degrés au-dessous du point critique, mais que, près du point critique, la tension superficielle décroît plus lentement. La difficulté de connaître la variation que subit alors l'angle de raccordement ρ (qui intervient quand on détermine A par l'ascension du liquide dans un tube capillaire, puisqu'une mesure de ce genre ne donne que $A\cos\rho$) est peut-être l'explication de ce léger désaccord.

d'être une fonction linéaire de la température. Cela est bien d'accord avec la théorie de MM. Ramsay et Schields, qui se servent des variations du coefficient α pour obtenir les variations du poids moléculaire. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la capacité de l'électromètre capillaire et sur la capacité initiale du mercure*. Note de M. **E. Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« 1. J'ai souvent fait usage de l'électromètre capillaire au zéro comme d'une capacité pour la comparaison de petites quantités d'électricité.

» D'une manière plus générale, je supposerai aujourd'hui que, les deux mercures de l'électromètre ayant été portés à une différence de potentiel x, on ramène le mercure, par la pression, au zéro du micromètre; qu'on sépare l'électromètre de la pile de charge et qu'on lui fournit une quantité d'électricité dQ sans changer la pression. Quelle sera la variation dx de la différence de potentiel ou, en d'autres termes, quelle sera, dans ces conditions, la capacité vraie C de l'appareil?

» Soient

S la portion de surface du petit mercure qui doit être considérée comme mouillée;
dS sa variation résultant du retrait dy de la colonne mercurielle;
A la tension superficielle à la surface mercure-eau acidulée.

» La théorie de M. Lippmann donne

$$C = \frac{dQ}{dx} = -\frac{dA}{dx}\frac{dS}{dx} - S\frac{d^2A}{dx^2}. \tag{1}$$

D'ailleurs, dS est proportionnel à dy, qui est proportionnel à dA; et comme S diminue quand A augmente, on a, en désignant par K une constante instrumentale,

$$C = K\left(\frac{dA}{dx}\right)^2 - S\frac{d^2A}{dx^2}. \tag{2}$$

Telle est la valeur théorique de la capacité.

» 2. Pour fournir à l'électromètre au potentiel x des quantités d'électricité connues δQ, il est particulièrement commode d'employer le quartz piézo-électrique de M. Curie. La capacité de cet instrument étant négligeable, la totalité de l'électricité produite s'écoule sur l'électromètre : elle se trouve de l'ordre de grandeur convenable pour que le mercure ne sorte

pas du champ. On peut aussi avoir recours à un condensateur que l'on porte à un potentiel connu légèrement supérieur à x et que l'on décharge ensuite sur l'électromètre au potentiel x.

» Pour déterminer δx, on produit, à l'aide de la pile de charge, le même recul δy du mercure qui a été obtenu par l'effet de δQ. Les valeurs de $\frac{\delta y}{\delta x}$, proportionnelles à $\frac{\delta A}{\delta x}$, sont ainsi connues avec une approximation au moins six à sept fois supérieure à celle que comporteraient des mesures de la pression; et l'on peut, par leur intermédiaire, calculer approximativement $\frac{d^2 A}{dx^2}$ jusqu'au voisinage de $x = 0$. On a donc tous les éléments pour déterminer C et pour comparer la théorie à l'expérience.

» Cette dernière fournit, entre $x = 0$ et $x = 0^{Da},8$ (petit mercure négatif), des valeurs de C rapidement décroissantes et d'abord presque proportionnelles à $\left(\frac{\delta A}{\delta x}\right)^2$. On s'en convaincra par l'examen du Tableau suivant qui donne quelques valeurs relatives de $\left(\frac{\delta A}{\delta x}\right)^2$ et de C [1]; on a pris pour unités les valeurs de ces éléments pour $x = 0$.

x en daniells.	$\left(\frac{\delta A}{\delta x}\right)^2$.	C.	*d*.
0,00	1	1	»
0,02	0,865	0,879	+0,014
0,04	0,705	0,782	+0,077
0,08	0,539	0,590	+0,051
0,12	0,430	0,503	+0,073
0,16	0,353	0,421	+0,068
0,20	0,256	0,309	+0,053
0,30	0,150	0,178	+0,028
0,40	0,090	0,129	+0,039
0,50	0,036	0,076	+0,040
0,60	0,024	0,061	+0,037

» La différence *d* des valeurs relatives de C et de $\left(\frac{\delta A}{\delta x}\right)^2$, toujours positive, correspond manifestement à l'effet du terme en S de la formule (2). La portion de la capacité de l'électromètre due à la variation de la surface

---

[1] On ne doit ainsi comparer que des nombres appartenant *à une même série* d'expériences.

$\left[\text{terme en} \left(\frac{dA}{dx}\right)^2\right]$ est donc largement prépondérante ([1]) au voisinage de $x = 0$; la portion due à la charge de la surface S $\left(\text{terme en } \frac{d^2A}{dx^2}\right)$ est à son tour prépondérante au voisinage du maximum de A.

» 3. Ces expériences tranchent une question laissée douteuse par mes recherches antérieures ([2]) à savoir si la capacité du mercure à surface constante, égale à $-\frac{d^2A}{dx^2}$, est constante ou variable pour les valeurs de x voisines de zéro. Cette dérivée seconde décroît, rapidement d'abord, puis d'une manière de plus en plus lente et dans un rapport total voisin de 5. A partir de $x = 0^{Da},4$, $\frac{d^2A}{dx^2}$ est devenue très sensiblement constante et correspond à la capacité de 28 microfarads par centimètre carré, calculée dans ma dernière Note.

» Ainsi, la capacité *initiale* du mercure, en contact depuis longtemps avec l'eau acidulée au $\frac{1}{10}$, est voisine de 28×5 ou 140 microfarads par centimètre carré, et la capacité vraie décroît à partir de cette valeur jusqu'à 28 microfarads; *cette capacité correspond dans tous les cas à des phénomènes réversibles.*

» Des expériences directes sur les capacités initiales de charge de larges électrodes de mercure m'avaient donné des nombres de 125 à 170 microfarads par centimètre carré. Mais la complication des phénomènes irréversibles qui, dans le cas des grandes électrodes, se superposent au phénomène principal ne m'avait pas permis de contrôler l'exactitude de ces nombres par des expériences de décharge. »

ÉLECTRICITÉ. — *Méthode pour la mesure directe des forces électromotrices en valeur absolue* ([3]). Note de M. **C. Limb**, présentée par M. Lippmann.

« Le plus souvent, on mesure une force électromotrice en unités C. G. S., en évaluant d'abord une résistance R, puis une intensité de courant I

([1]) J'ai contrôlé ce résultat par des expériences d'une autre espèce consistant à immobiliser le petit mercure dans la tige d'une sorte de thermomètre à électrode de platine, que l'on substitue au tube capillaire de l'électromètre.

([2]) Voir p. 918 de ce Volume.

([3]) L'idée première de cette méthode m'a été suggérée par une Note de M. Lippmann, parue dans les *Comptes rendus : Méthode pour la détermination de l'ohm,*

dans le même système. Si la chute de potentiel RI équilibre la force électromotrice inconnue, on a, en effet,

$$E = RI.$$

» Il y a trois ans, je me suis proposé de simplifier cette méthode en *comparant* DIRECTEMENT *la force électromotrice inconnue à une force électromotrice d'induction, dans un cas où celle-ci est calculable.* On évite ainsi la mesure préalable de R, et l'emploi d'un électrodynamomètre absolu. J'ai choisi comme force électromotrice calculable, celle qu'engendre, dans le circuit d'une bobine, un aimant permanent intérieur, tournant autour d'une ligne perpendiculaire à la fois à son axe magnétique et à celui de la bobine. J'aurais pu utiliser, comme on le fait habituellement, une bobine tournante; mais alors il faut, d'une part, éviter la mesure du courant excitateur et, d'autre part, maintenir *constante* l'intensité de ce courant, ce qui est toujours délicat.

» Si la bobine est indéfinie, et porte n_1 spires par centimètre, la force électromotrice est rigoureusement sinusoïdale, et a pour valeur maximum

$$E_{max} = 4\pi n_1 M\omega,$$

M étant le moment magnétique de l'aimant, et ω sa vitesse angulaire de rotation.

» *Bobine.* — La bobine que j'ai construite est formée d'un tube épais d'ébonite ayant environ 70^{cm} de longueur et 10^{cm} de diamètre extérieur. Un fil de cuivre de $0^{mm},3$, soigneusement isolé, suit la gorge d'une hélice préalablement tracée sur le tour parallèle. Le fil forme une seule couche.

» Comme ici n_1 est l'inverse du pas de l'hélice, tout revient à mesurer ce dernier. Or il est égal au pas de la grande vis du tour, que j'ai spécialement déterminé avec soin, multiplié par le pouvoir réducteur du train d'engrenages qui la commandait. J'ai trouvé ainsi

$$n_1 = 22,0499 \text{ spires par centimètre.}$$

» *Aimant.* — Il se compose de soixante-cinq barreaux carrés de 4^{mm} de côté et de 6^{cm} à 8^{cm} de longueur, en acier spécial d'Allevard, disposés en 5 rangées de 13 chacune, et séparés les uns des autres au moyen de bandes d'aluminium de 1^{mm} d'épaisseur. Le faisceau est invariablement fixé dans

---

fondée sur l'induction par le déplacement d'un aimant, t. XCV, p. 1154. Année 1882.

une monture en aluminium qui porte aussi les deux tourillons *venus de fonte*, formant l'axe de rotation. En outre, d'un côté se trouve fixée la poulie de commande; de l'autre, un commutateur en verre qui, deux fois par tour, saisit la force électromotrice et la met en communication avec le circuit extérieur, juste au moment de son maximum. Les petits balais qui lèchent la surface polie du commutateur sont en toile de laiton, métal formant les dents de ce commutateur ([1]).

» Ce faisceau, supporté par une fourche en fibre vulcanisée formant les coussinets, est mis en rotation au moyen d'un moteur électrique, par l'intermédiaire d'une courroie.

» On mesure le moment magnétique M par la méthode de Gauss. Le couple MH est équilibré par un couple de torsion, dont la constante est déterminée en prenant les précautions que j'ai indiquées précédemment ([2]). Dans l'évaluation de $\frac{M}{H}$, j'emploie pour déterminer la direction du champ magnétique terrestre, un solénoïde dont l'axe est *parfaitement* défini. Les lectures des déviations sont faites à une distance de $3^{m},75$ du petit aimant théorique dévié. Ce dernier est en réalité formé de deux aimants en fer à cheval opposés à faible distance par leurs pôles de mêmes noms, l'écart des branches étant de 1^{cm} environ. Ce système, porté par un fil de soie, est logé à l'intérieur d'un bloc de cuivre électrolytique amortisseur.

» Les mesures répétées à chaque série d'expériences conduisent pour M à des valeurs voisines de 3250 unités C.G.S.

» *Moteur.* — La rotation est produite par un moteur électrique d'une puissance nominale de 800 watts, sur l'axe duquel sont calés, d'un côté, la poulie de commande et un volant de 40^{kg}, et de l'autre, un commutateur à cinq balais. Ce dernier est employé à constater la constance de la vitesse par la méthode si sensible qu'a indiquée M. Lippmann ([3]). Les très petites irrégularités du moteur sont compensées à l'aide d'un simple *frein à ficelle,* agissant sur son axe.

» On obtient la valeur de ω par l'enregistrement simultané des battements d'un pendule à secondes, et de chacun des tours de l'aimant même,

---

([1]) La construction si délicate de cet organe et des porte-balais a été confiée à M. Ivan Werlein, dont l'habileté est bien connue de tout le monde.

([2]) *Sur la détermination du moment du couple de torsion d'une suspension unifilaire* (*Comptes rendus,* t. CXIV, p. 1057, 1892).

([3]) G. Lippmann, *Sur une unité de temps absolue* (*Étalon électrique de temps et chronoscope des variations,* t. CIV, p. 1070; année 1887).

sur le cylindre de Marey. Dans les différentes expériences, j'ai produit des vitesses variant de 6 à 13 tours par seconde.

» Ayant mesuré n_1, M et ω, on connaît la force électromotrice E_{max} qui doit subir de légères corrections : influence des extrémités de la bobine, variation de M avec la température.

» Cette force électromotrice est restée comprise, dans les différentes expériences, entre 0,3 et 0,7 de volt.

» La comparaison de cette force électromotrice E_{max} avec celle d'une pile-étalon, par exemple, pourrait être effectuée directement; mais alors il faudrait faire croître la vitesse jusqu'à ce que la compensation fût produite. J'ai trouvé plus commode de comparer les deux forces électromotrices au moyen d'un potentiomètre que j'ai établi sur le principe du potentiomètre de Clark. L'égalité des potentiels est constatée par un électromètre capillaire de M. Lippmann.

» Les détails relatifs à ce travail seront prochainement publiés ainsi que les résultats obtenus pour les piles-étalons qui présentent les plus sérieuses garanties : l'élément Daniell, celui de L. Clark et celui de M. Gouy [1]. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Résumé des observations météorologiques faites à Joal (Sénégal) par la mission chargée par le Bureau des Longitudes d'observer l'éclipse totale de Soleil du* 16 *avril* 1893. Note de M. **G. Bigourdan**, communiquée par M. Bouquet de la Grye.

« Au Sénégal l'année se divise en deux saisons complètement différentes : la saison des pluies ou *hivernage* (juin à novembre), et la saison sèche (novembre à juin).

» Les observations dont nous donnons ici les résultats ont été faites à Joal, au bord de la mer, pendant la saison sèche de 1892-1893; elles ont été obtenues avec des instruments enregistreurs (baromètre, thermomètre, hygromètre, anémomètre), qui nous avaient été gracieusement prêtés par le constructeur M. Richard; les indications de ces enregistreurs étaient contrôlées par des instruments à lecture directe qu'avait bien voulu nous confier M. Mascart, directeur du Bureau central météorologique.

» *Pluie.* — Nous n'avons eu que deux ou trois jours pluvieux, du 6 au

(1) Ce travail a été fait au laboratoire des recherches physiques à la Sorbonne.

11 janvier 1893; la quantité de pluie a d'ailleurs été à peu près insensible au pluviomètre.

» Cette période légèrement pluvieuse fait au Sénégal une apparition à peu près régulière, et elle a un nom dans la langue du pays : c'est le *heug* en ouolof. Les Européens l'appellent le *petit hivernage;* il est précédé et suivi de temps très nuageux ou couverts.

» *Vent.* — Pendant la saison sèche, le vent dominant est un vent régulier de nord-est qui amène de l'intérieur l'air échauffé au contact du sable; sous son influence la température s'élève rapidement. Sur le littoral, ce vent est ordinairement remplacé, à partir de midi en moyenne, par la brise de mer, soufflant du nord-ouest. La température de l'eau de la mer étant de 18° environ, cette brise amène une température agréable, qui oscille de 25° pendant le jour à 15° pendant la nuit.

» Aussi cette brise joue un rôle capital dans l'existence des habitants européens qui guettent son arrivée avec impatience. Mais elle pénètre peu dans les terres. En outre, elle se propage avec une remarquable lenteur, comme le prouve l'observation suivante que l'on fait pour ainsi dire journellement. Quand cette brise arrive, venant du large, elle change l'orientation des vagues, des rides de l'eau et change en même temps la coloration de la surface de la mer, vue sous une incidence presque rasante. Par suite, les points atteints par la brise forment, à chaque instant, la ligne de séparation de deux teintes bien distinctes.

» A Joal, l'œil de l'observateur, élevé en moyenne de 4^{m} au-dessus du niveau de l'eau, ne peut voir nettement cette ligne que lorsqu'elle est à 2^{km} ou 3^{km}. Cependant on l'apercevait parfois plus d'une demi-heure avant que la brise atteignît la terre, ce qui donne une vitesse maxima de 6^{km} à l'heure. Cette lenteur de propagation explique sa faible pénétration dans l'intérieur des terres et la grande différence qui existe entre les températures de deux localités voisines, situées l'une au bord de la mer et l'autre dans les terres : à la faible distance de 3^{km} de la mer la différence est déjà considérable.

» *Baromètre.* — Comme dans tous les pays tropicaux, la pression atmosphérique est remarquablement constante au Sénégal, et les courbes barométriques montrent chaque jour la variation diurne avec la plus grande netteté.

» *Thermomètre et hygromètre.* — Les maxima et les minima de la température et de l'état hygrométrique, relevés de 10 jours en 10 jours, sont les suivants :

	Température.		Humidité relative en centièmes.	
	Max.	Min.	Max.	Min.
1893. Janv. 1 à Janv. 10..	+32°,9	+17°,6	»	»
Janv. 11 à Janv. 20..	36,5	17,2	99	9
Janv. 21 à Janv. 30..	34,5	15,2	78	5
Janv. 31 à Févr. 9..	35,4	15,3	88	3
Févr. 10 à Févr. 19..	35,7	15,5	81	3
Févr. 20 à Mars 1..	36,2	15,0	99	3
Mars 2 à Mars 11..	38,2	14,5	94	5
Mars 12 à Mars 21..	37,6	14,1	96	13
Mars 22 à Mars 31..	36,3	16,3	96	11
Avril 1 à Avril 9..	36,4	16,0	98	20
Avril 9 à Avril 16..	39,2	16,5	94	4

» Dans les premiers mois de l'année, le thermomètre atteint donc des degrés presque inconnus en France, même dans les étés les plus chauds. Cependant ces hautes températures de 38° à 40° ne sont pas très pénibles à supporter sur le littoral, du moins pour celui qui n'est pas obligé de sortir, parce qu'elles se produisent quand l'air est très sec et parce qu'elles ne durent pas longtemps chaque jour; aussi elles pénètrent peu dans les appartements si l'on prend soin d'entraver l'entrée de l'air dès le matin et jusqu'à l'abaissement de température qui accompagne l'arrivée de la brise de mer.

» Les choses se passent en général de la manière suivante :

» Dans la nuit et le matin le vent souffle NE amenant de l'air frais; mais dès que le Soleil paraît, cet air s'échauffe au contact du sable et le thermomètre monte rapidement. Si la brise de mer tarde à s'établir, c'est-à-dire n'arrive que vers 2^h ou 3^h du soir, on enregistre des températures très élevées, pouvant monter à 40° en février; mais souvent la brise de mer arrive avant midi et alors la température ne dépasse pas 28° à 30°.

» L'abaissement de la température à l'arrivée de la brise de mer est excessivement rapide, plus rapide même que ne l'indique le thermomètre enregistreur, qui ne peut alors se mettre assez vite en équilibre de température avec l'air, et qui est en retard de plusieurs degrés sur le thermomètre à mercure.

» Tandis que le thermomètre baisse, l'hygromètre monte plus rapidement encore, car il reproduit en sens inverse en les exagérant les moindres oscillations de la température. Les nombres suivants, relatifs au 14 avril 1893, donnent une idée de la marche comparée du thermomètre, de l'hygromètre et du vent dans une même journée :

Heure.	Température.	Humidité relative en centièmes.	Vent.	Remarques.
h 6 matin	20,8	43	ENE	
7 »	23,8	33	ENE	
8 »	27,3	24	ENE	
9 »	30,6	18	NE	
10 »	33,1	14	NE	
11 »	36,8	6	NE	
midi	38,3	4	NE	
midi 30m (max.)	39,2	3	NE	changement de direction
midi 45m	28,0	45	NO	
1 soir	26,1	61	NO	
2 »	25,4	64	NO	
3 »	24,0	65	NO	

» L'arrivée de la brise de mer a donc fait baisser la température, en quelques instants, de plus de 11°, tandis que tout aussi rapidement l'état hygrométrique passait de 3 à 45.

» On voit que, en raison même de ces brusques variations, les observations directes ne peuvent guère donner une idée exacte de la marche de la température et de l'état hygrométrique : cette marche ne peut être donnée, sur le littoral sénégalais, que par des instruments enregistreurs.

» C'est sans doute à ces variations brusques de température et d'état hygrométrique qu'il faut attribuer l'état habituellement ondulant des images des étoiles dans les lunettes. Très souvent, j'ai examiné des objets célestes en vue de reconnaître l'état des images, et jamais elles n'ont présenté, même à un degré moyen, le calme et la définition nécessaires aux mesures précises, telles que celles d'étoiles doubles serrées ou de détails délicats à la surface des planètes.

» En outre, le ciel n'a jamais présenté la teinte bleu foncé qu'il a parfois dans nos climats, surtout après la pluie : pendant toute la saison sèche il est bleu pâle, plutôt gris, voilé. Cette teinte grise est attribuée à de la poussière très fine apportée par le vent du désert, et dont l'existence dans l'air est facile à constater. Sa quantité est telle que parfois elle voile le Soleil et le fait disparaître assez longtemps avant son coucher. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la recherche de l'acide chlorhydrique*. Note de MM. **A. Villiers** et **M. Fayolle**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une Note précédente (p. 1152), nous avons indiqué un procédé permettant de caractériser l'acide chlorhydrique, et fondé sur la produc-

tion de produits d'oxydation colorés, par l'action, sur une solution acide d'aniline, du chlore mis en liberté à l'aide du permanganate de potasse et de l'acide sulfurique. En présence du brome, cette réaction est plus ou moins masquée, par suite de la formation de chlorure de brome. On évitera cette formation, d'une manière à peu près complète, et l'on obtiendra la même sensibilité qu'en l'absence des acides bromhydrique et iodhydrique, en opérant ainsi qu'il suit :

» Les hydracides étant séparés par le nitrate d'argent, le précipité est lavé, puis entraîné dans un petit flacon dans lequel, après avoir décanté le liquide, on ajoute 10^{cc} d'eau et 1^{cc} d'ammoniaque pure. On agite quelques minutes, s'il s'agit de rechercher des quantités notables d'acide chlorhydrique. Si, au contraire, on se propose d'en rechercher des traces, on laisse l'ammoniaque en contact avec le précipité pendant quelques heures. A cette dilution, l'ammoniaque ne dissout pas sensiblement de bromure d'argent et pas du tout d'iodure. Au contraire, le chlorure d'argent se dissout en quantité très sensible (en totalité même, s'il y a très peu d'acide chlorhydrique), surtout si l'on a soin d'attendre un temps suffisant pour que le bromure d'abord dissous soit déplacé par le chlorure.

» Il s'agit maintenant de régénérer l'acide chlorhydrique dans la liqueur ammoniacale. Nous avons constaté que le zinc et l'acide sulfurique, employés généralement dans ce but, donnent de mauvais résultats, et que de petites quantités de chlore peuvent disparaître pendant la dissolution du zinc, non pas certainement par suite d'un entraînement par l'hydrogène de l'acide chlorhydrique, qui forme, ainsi qu'on le sait, en présence d'une quantité d'eau suffisante, un hydrate très stable, mais probablement, par suite de l'action des impuretés contenues dans le zinc (nous reviendrons prochainement sur ce fait). L'emploi du magnésium à la place du zinc ne présente pas cet inconvénient; mais la mise en liberté de l'argent est très longue, et généralement incomplète, si l'on ne dissout pas une très grande quantité de magnésium. Il est préférable, après avoir chauffé à l'ébullition la liqueur ammoniacale filtrée, jusqu'à ce que toute odeur ammoniacale ait *complètement* disparu, d'ajouter un excès d'une solution d'acide sulfhydrique. On fait ensuite bouillir, de manière à ramener le volume à 10^{cc} environ, et l'on filtre la liqueur, que l'on recueille dans le ballon d'essai. L'opération se termine ainsi que nous l'avons dit précédemment. Il est bon, vu l'extrême sensibilité de la réaction, de ne pas faire usage de bouchons en liège, qui peuvent renfermer des traces de chlorures, mais de se servir de ballons soudés au tube abducteur, munis d'un bouchon à l'émeri

traversé par un tube de sûreté, de manière à éviter les absorptions. Enfin, l'absence complète de l'acide chlorhydrique dans les réactifs employés (acide sulfurique, permanganate, ammoniaque, hydrogène sulfuré) doit être contrôlée par un essai à blanc.

» En opérant ainsi, on pourra caractériser les traces les plus faibles de chlorures dans les iodures et les bromures, dans le brome et l'iode (après traitement par l'hydrogène sulfuré), dans les acides bromhydrique et iodhydrique, etc. Pour obtenir une solution d'acide bromhydrique ne donnant aucun indice de la présence d'acide chlorhydrique, nous avons dû saponifier par l'eau un éther bromhydrique soigneusement rectifié. Dans le cas d'une analyse, la différence des colorations obtenues permettra facilement de distinguer si l'on a affaire à des quantités notables ou seulement à des traces d'acide chlorhydrique.

» L'application de ce procédé suppose l'absence de l'acide cyanhydrique, qui donne, d'une part, un précipité de cyanure d'argent plus soluble dans l'ammoniaque que le chlorure, et qui, d'autre part, dans le traitement ultérieur, pourrait masquer, en totalité ou en partie, le chlore mis en liberté par le permanganate, avec production d'acide chlorhydrique et de chlorure de cyanogène. Il sera facile d'éviter cette cause d'erreur, en chassant l'acide cyanhydrique par évaporation d'un volume suffisant du liquide essayé additionné d'acide sulfurique, s'il s'agit d'un cyanure simple, ou, s'il s'agit d'un sel tel que les ferrocyanures, en recueillant la liqueur distillée après addition d'acide sulfurique, jusqu'à ce qu'il commence à se dégager des vapeurs d'acide sulfurique, ajoutant de l'eau dans la cornue après refroidissement, et distillant de nouveau; les liqueurs distillées réunies, étant enfin évaporées partiellement.

» Nous terminerons en rappelant que, si l'on se borne à la recherche de l'acide chlorhydrique par le procédé décrit dans notre première Note, sans passer par la précipitation par le nitrate d'argent, la présence d'une quantité considérable de sels ammoniacaux, par suite de l'action du chlore sur ces derniers, pourra masquer la réaction. Mais il sera facile de les éliminer par un traitement préalable.

» Dans cet essai direct, on éliminera aussi, s'il y a lieu, l'acide cyanhydrique, comme nous venons de le dire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude comparée des acides nitrobenzoïques.* Note de M. **Oechsner de Coninck**.

« *Action de l'eau régale.* — Cette eau régale a été préparée en mélangeant volumes égaux d'acides nitrique et chlorhydrique.

» L'acide *ortho*-nitro-benzoïque se dissout totalement à chaud, en jaune vif; ses deux isomères se dissolvent partiellement avec la même coloration.

» Cette réaction permet aussi de distinguer les acides nitro d'avec les acides amido-benzoïques qui se dissolvent en rouge vif. Dans cette expérience, l'isomère *méta*-nitro-benzoïque se rapproche de l'isomère *para* au point de vue de la solubilité.

» *Action de l'acide chromique en solution aqueuse étendue.* — A froid, même au bout de plusieurs semaines, rien ne se produit; à chaud, rien également (on a eu soin de chauffer de manière à ne pas atteindre l'ébullition). Cette réaction différencie, mieux encore que les précédentes, les isomères nitro et amido-benzoïques : en effet, comme je l'ai montré (*Comptes rendus,* séance du 14 mars 1892), on peut distinguer ces derniers entre eux par l'*action à froid* d'une solution aqueuse d'acide chromique.

» *Action de l'acide chlorhydrique étendu.* — J'ai exposé, à la lumière solaire, trois tubes à essais renfermant poids égaux des trois isomères nitrobenzoïques; aucune réaction colorée ne s'est produite (Expérience du 17 février au 17 mai 1894).

» *Action de l'acide azotique étendu.* — Exposition à la lumière des trois isomères dans les mêmes conditions; la solution *méta* a pris à la longue une coloration jaune clair (expérience de même durée).

» *Action de l'alcool étendu.* — A la lumière solaire, des solutions, dans l'alcool étendu, des trois isomères, ont été exposées du 27 février au 17 mai 1894; la solution *para* s'est colorée peu à peu en jaune franc; la solution *méta* a pris une faible teinte jaunâtre.

» *Action de l'acétone.* — Pour une expérience de même durée, la lumière solaire est demeurée sans action sur des solutions acétoniques de concentration moyenne.

» Dans une Note parue le 10 juillet 1893, j'ai fait connaître l'action des radiations solaires sur les acides nitro-benzoïques secs, sur leurs solutions dans l'alcool très concentré et dans l'éther ordinaire, et sur d'autres solutions. On remarquera que, dans cette série de réactions, d'une manière générale, deux des solutions sont influencées par les radiations solaires,

la troisième ne l'étant pas; tantôt au contraire, une seule solution est influencée.

» Si l'on compare les résultats de toutes les expériences exposées dans la présente Note et dans celle du 10 juillet 1893, on est frappé de ce fait que, lorsqu'il y a réaction, *deux des isomères se comportent d'une manière semblable, le troisième donnant lieu à d'autres phénomènes.*

» On retrouve donc, en étudiant quelques réactions d'ordre chimique des trois isomères nitro-benzoïques, *ce caractère de dualité,* qui ressort si clairement de l'étude comparative de leurs solubilités, c'est-à-dire, de réactions d'ordre physique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution du licaréol.* Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« Dans un premier Mémoire présenté par l'un de nous, il a été établi que le licaréol était un alcool primaire lévogyre à chaîne ouverte, renfermant deux liaisons éthyléniques, et susceptible de se transformer sous l'influence de l'anhydride acétique en un stéréoisomère dextrogyre stable, et en un terpène tétratomique.

» Nous avons repris l'étude détaillée des produits d'oxydation du licaréol pour contrôler et compléter les recherches commencées sur la constitution de cet alcool.

» Le licaréol pur, bouillant à 198°, placé dans un ballon mis en communication avec un réfrigérant ascendant, a été additionné par portions successives d'un mélange chromosulfurique capable de dégager O^2 par molécule d'alcool. La réaction est très vive et doit être conduite avec prudence. Nous avons obtenu de cette façon : 1° de la diméthylcétone C^3H^6O, caractérisée par son odeur, son point d'ébullition et la formation d'iodoforme; 2° du licaréol inaltéré; 3° du licaréal ou licarhodal bouillant à 111°-112° sous une pression de 13^{mm}; 4° une méthylhepténone $C^8H^{14}O$; 5° un mélange d'acides acétique et formique; 6° un acide méthylhepténonecarbonique $C^8H^{13}OCO^2H$.

» Nous avons aussi réalisé une oxydation plus profonde de la molécule en faisant tomber peu à peu le licaréol dans un mélange chromosulfurique susceptible de dégager O^{10} pour une molécule d'alcool; dans ces conditions nous avons constaté la formation : 1° d'un mélange d'acides formique et acétique ne contenant pas d'acides gras volatils plus élevés; 2° d'acide térébique $C^7H^{10}O^4$.

» Le licaréal ou licarhodal obtenu dans l'oxydation ménagée du licaréol n'est pas pur, il reste mélangé de licaréol qu'il est impossible de séparer; aussi ne donnerons-nous pas d'autres propriétés physiques que la température d'ébullition située à 111°-112°, sous une pression de 13mm. Nous l'avons transformé en oxime $C^{10}H^{17}AzO$, bouillant vers 145° sous une pression de 12mm, puis cette dernière en nitrile licarique bouillant à 110°-111° sous une pression de 13mm.

» Le licaréol se combine au paramidophénol en donnant une combinaison cristallisée $C^{16}H^{16}Az-C^6H^4OH$ fusible à 123°,5; la combinaison correspondante du limonal (citral) fond à 116°.

» Chauffé douze heures à l'ébullition avec de l'acide acétique cristallisable, le licaréal donne du *p*-cymène que nous avons transformé en acide *p*-oxyisopropylbenzoïque fusible à 159°.

» La méthylhepténone $C^8H^{14}O$, provenant de l'oxydation du licaréol, bout à 170° sous la pression ordinaire; nous l'avons transformée en oxime $C^8H^{15}AzO$, liquide huileux, incolore, bouillant à 113° sous une pression de 12mm, que nous avons analysé.

» Par toutes ses propriétés cette méthylhepténone se confond avec la méthylhepténone naturelle à laquelle nos expériences permettent d'attribuer la formule

$$CH^3-CO-CH^2-CH^2-CH=C\begin{matrix}\diagup CH^3\\ \diagdown CH^3\end{matrix}\ (^1).$$

» L'acide méthylhepténone-carbonique obtenu dans cette oxydation est un liquide visqueux, légèrement coloré en jaune lorsqu'il est pur, très soluble dans l'éther et l'alcool, beaucoup moins soluble dans l'eau. Nous avons analysé les sels de baryum et de calcium de cet acide. Dans cet acide, de même que dans la méthylhepténone qui prend naissance simultanément, l'existence du groupe CH^3-CO- est mise hors de doute par la formation de l'iodoforme à l'aide de l'hypobromite et de l'iodure de potassium.

» L'acide térébique provenant de l'oxydation profonde de la molécule a été caractérisé par son point de fusion situé à 174° et par l'analyse du diatérébate de baryum.

» La formation, à partir du licaréol, de cet acide de constitution connue, nous a conduit, en tenant compte des résultats précédents et de ceux antérieurement acquis, à modifier la formule de constitution primitivement

(1) Barbier et Bouveault, *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 983; 1894.

attribuée par l'un de nous au licaréol, et à adopter la formule ci-dessous :

$$
\begin{array}{ccc}
 & CH^3 & \\
 & | & \\
 & C & \\
 / \!/ & & \backslash \\
CH & & CH^3 \\
| & & \\
CH^2 & & CH^2OH \\
 & \backslash \; / & \\
 & CH & \\
 & | & \\
 & C & \\
 / \!/ & & \backslash \\
CH^2 & & CH^3
\end{array}
$$

qui est celle d'un alcool actif. L'oxydation le transforme en acide méthylhepténone-carbonique

$$
\begin{array}{ccc}
 & CH^3 & \\
 & | & \\
 & C & \\
 / & & \backslash \\
CH & & CH^3 \\
| & & \\
CH^2 & & CO^2H \\
 & \backslash \; / & \\
 & CH & \\
 & | & \\
 & CO & \\
 & & \backslash \\
 & & CH^3
\end{array}
\quad \text{puis en méthylhepténone} \quad
\begin{array}{ccc}
 & CH^3 & \\
 & | & \\
 & C & \\
 / \!/ & & \backslash \\
CH & & CH^3 \\
| & & \\
CH^2 & & \\
 & \backslash & \\
 & CH^2 & \\
 & | & \\
 & CO & \\
 & & \backslash \\
 & & CH^3
\end{array}
$$

qui possède la formule que nous avons attribuée à la méthylhepténone naturelle.

» La formation d'acide térébique et d'acétone est due à un autre processus d'oxydation qui peut être représenté par le schéma

$$
\begin{array}{ccc}
 & CH^3 & \\
 & | & \\
 & C & \\
 / \!/ & & \backslash \\
CH & & CH^3 \\
| & & \\
CH^2 & & CH^2OH \\
 & \backslash \; / & \\
 & CH & \\
 & | & \\
 & C & \\
 / \!/ & & \backslash \\
CH^2 & & CH^3
\end{array}
\quad + 5O \quad = \quad
\begin{array}{c}
\begin{array}{ccc}
 & CH^3 & \\
 & | & \\
 & CO & \\
 & & \backslash \\
 & & CH^3
\end{array}
\\
\underbrace{\begin{array}{ccc}
CO^2H & & \\
| & & \\
CH^2 & & CO^2H \\
 & \backslash \; / & \\
 & CH & \\
 & | & \\
 & CHOH & \\
 / & & \backslash \\
CH^3 & & CH^3
\end{array}}_{\text{Acide diatérébique.}}
\end{array}
$$

» Comme on a pu le voir par ce qui précède, le licaréol et le lémonol (géraniol) fournissent à peu près les mêmes produits d'oxydation; il paraîtrait donc rationnel de leur attribuer la même formule de constitution; les raisons qui nous ont fait adopter deux formules distinctes sont les suivantes :

» 1° Les aldéhydes dérivées des deux alcools paraissent être différentes, ainsi que le témoigne la différence du point de fusion de leurs combinaisons avec le para-amidophénol.

» 2° Le licaréol est actif, tandis que le lémonol (géraniol) est dépourvu du pouvoir rotatoire, ce qui nécessite dans la formule du premier la présence d'un atome de carbone asymétrique. Mais si l'on parvenait à démontrer, ce qui nous paraît peu probable, que le lémonol est un racémique, il faudrait alors lui attribuer la formule que nous avons indiquée plus haut. En l'absence de moyens expérimentaux nous permettant de trancher définitivement la question, nous nous bornons à signaler le fait. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les points de fusion de quelques phénols et de leurs éthers benzoïques*. Note de MM. **A. Béhal** et **E. Choay**, présentée par M. Friedel.

« Dans le travail que nous poursuivons sur la composition de la créosote de bois, nous avons été amenés à préparer synthétiquement les phénols qui, en raison de leur point d'ébullition, pouvaient se trouver dans la créosote officinale.

» Ces phénols ont été préparés par la diazotation des amines correspondantes. Le rendement a varié dans cette opération de 50 à 95 pour 100. On a comparé les points de fusion et les points d'ébullition des phénols ainsi obtenus avec ceux des phénols déjà connus.

» On a de plus préparé par la méthode à froid les benzoates correspondants. Cette méthode a été indiquée par M. Baumann (*D. Chem.*, B. XIX, 3218) pour les alcools. Pour cela on fait réagir sur le phénol dissous dans un excès de soude et en présence d'une certaine quantité d'eau le chlorure de benzoyle, on laisse en contact pendant vingt-quatre heures en agitant de temps en temps, on épuise à l'éther, on sèche celui-ci sur le chlorure de calcium et on distille l'éther : par refroidissement le résidu se

solidifie généralement; on le purifie en le faisant cristalliser dans l'alcool à 95° ou en le distillant.

» Ces benzoates sont tous solides, excepté celui d'orthocrésyle qui est liquide; ils cristallisent très bien. Ils distillent sans trace de décomposition à la pression ordinaire. Ils sont très solubles dans la plupart des dissolvants organiques : alcool, éther, acétone, benzène, ils sont insolubles dans l'eau. Ils ne donnent pas de réaction avec le perchlorure de fer. Nous présentons dans le Tableau ci-dessous les résultats que nous avons obtenus pour les points de fusion et les points d'ébullition des phénols et de leurs benzoates. Pour assurer la parfaite homogénéité des résultats, nous nous sommes astreints pour leur détermination à nous servir du même appareil distillatoire et du même thermomètre.

Points de fusion et d'ébullition des monophénols et de leurs benzoates.

	Monophénols.			
	Points de fusion		Points d'ébullition	
	indiqués.	trouvés par nous.	indiqués	trouvés par nous.
Phénol	40°-41°	42°,5-43°	180°-188°,3	178°,5
Orthocrésylol	30°-31°	30°	185°-188°	188°,5
Métacrésylol	3°-4°	4°	201°	200°
Paracrésylol	36°	36°,5	198°	199°
Ortho-éthylphénol (1)	liquide	liquide	206°-212°	202°-203°
Méta-éthylphénol	liquide	— 4°	202°-204°	214°
Para-éthylphénol	46°-48°	45°-46°	204°-215°	218°,5-219°
Orthoxylénol 1, 2, 3	75°	73°	218°	212°-213°
Orthoxylénol 1, 2, 4	62°,5	65°	225°	222°
Paraxylénol	74°,5	75°	211°,5	208°-209°
Métaxylénol 1, 3, 4	26°	25°	211°,5	208°-209°
Métaxylénol 1, 3, 5	64°	63°	219°,5	218°
Métaxylénol 1, 2, 3	74°,5			

(1) M. Sempotoswki (*D. chem. G.*, 22, p. 2672) a préparé les méta et ortho-éthylphénols, mais les corps qu'il a obtenus ne concordent pas comme points d'ébullition avec les nôtres; il est probable que l'auteur a opéré avec des dérivés sulfonés impurs et confondu les dérivés ortho et méta. (Voir *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 423.)

Benzoates.

	Points de fusion		Points d'ébullition	
	indiqués.	trouvés par nous.	indiqués.	trouvés par nous.
Phénol	68°-69°	69°	314°	298°-299°
Orthocrésylol	liquide	liquide	N (1)	307°
Métacrésylol	38°	54°	29°-300°	313°-314°
Paracrésylol	70°	71°,5	N	315°,5-316°
Ortho-éthylphénol	N	38°	N	314°-315°
Méta-éthylphénol	N	52°	N	322°-323°
Para-éthylphénol	N	59°-60°	N	328°
Orthoxylénol 1, 2, 3	57°	58°	N	326°-327°
Orthoxylénol 1, 2, 4	N	58°,5	N	333°
Paraxylénol	N	61°	N	318°-319°
Métaxylénol 1, 3, 4	N	38°,5	N	321°
Métaxylénol 1, 3, 5	N	24°	N	326°
Métaxylénol 1, 2, 3				

» On voit que, dans ce Tableau, nous n'avons donné aucun chiffre pour le métaxylénol 1, 2, 3.

» Dans la tentative que nous avons faite pour le préparer, nous ne sommes pas tombés d'accord avec les indications de M. Greving (*D. Chem. G.*, t. XVII, p. 1243). Nous avons, en effet, trouvé dans la nitration du métaxylène avec un mélange d'acide sulfurique et nitrique dans les proportions indiquées, un dinitrométaxylène fondant à 93°, un dinitroxylène fondant vers 63° et un peu de trinitrométaxylène.

» M. Greving donne au dérivé dinitré 1, 2, 3, 4 le point de fusion de 82°; nous n'avons pas rencontré ce corps. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la rectification de l'alcool.* Note de M. E. Sorel, présentée par M. Schlœsing.

« Dans une étude antérieure (2) sur le principe de la rectification de l'alcool, j'ai montré que les impuretés volatiles contenues dans le liquide

(1) La lettre N indique un point d'ébullition ou de fusion non connu ou un corps nouveau.

(2) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 1128, 1204, 1317.

à rectifier s'élèvent vers les plateaux supérieurs ou sont ramenées vers la chaudière, suivant que la différence $K - \frac{P}{p}$ est positive ou négative.

» Dans cette expression K représente le rapport des poids de l'impureté considérée dans 1^{kg} de la vapeur et dans 1^{kg} du liquide en contact dans le plateau considéré, P est le poids des reflux, p le poids des vapeurs qui traversent le plateau dans l'unité de temps.

» $\frac{P}{p}$ est donc forcément plus petit que 1 ; mais j'ai montré qu'il est d'autant plus voisin de l'unité que l'alcool est plus concentré. Par suite se classeront parmi des corps de tête, non seulement tous les corps présentant une valeur actuelle de K supérieure à l'unité, mais encore ceux pour lesquels cette valeur, inférieure à l'unité, est supérieure à $\frac{P}{p}$.

» J'ai déterminé depuis les valeurs de K pour un certain nombre de corps : entre autres l'alcool isoamylique de fermentation, et un certain nombre d'éthers de la série grasse, que l'on peut rencontrer dans les divers alcools bruts.

» L'alcool amylique a été dosé au moyen du compte-gouttes de M. Duclaux ; les éthers au moyen de leur saponification par la soude.

» Les résultats ont été les suivants :

Degré G.-L. de l'alcool.	Corps ajoutés à l'alcool.							
	Alcool iso-amylique.	Formiate d'éthyle.	Acétate de méthyle.	Acétate d'éthyle.	Isobutyrate d'éthyle.	Isovalérate d'éthyle	Acétate d'iso-amyle.	Isovalérate d'iso-amyle
95....	0,23	5,1	3,8	2,1	0,95	0,8	0,55	0,30
90....	0,30	5,8	4,1	2,4	1,1	0,9	0,6	0,35
85....	0,32	6,5	4,3	2,7	1,2	1,1	0,7	0,40
80....	0,34	7,2	4,6	2,9	1,4	1,3	0,8	0,50
75....	0,44	7,8	5,0	3,2	1,8	1,5	0,9	0,65
70....	0,54	8,5	5,4	3,6	2,3	1,7	1,1	0,82
65....	0,65	9,4	5,9	3,9	2,9	1,9	1,4	1,05
60....	0,80	10,4	6,4	4,3	4,2	2,3	1,7	1,30
55....	0,98	12,0	7,0	4,9	»	»	2,2	»
50....	1,20	»	7,9	5,8	»	»	2,8	»
45....	1,50	»	9,0	7,1	»	»	3,5	»
40....	1,92	»	10,5	8,6	»	»	»	»
35....	2,45	»	12,5	10,5	»	»	»	»
30....	3,00	»	»	12,6	»	»	»	»
25....	5,55	»	»	15,2	»	»	»	»
20....	»	»	»	18,0	»	»	»	»
Température d'ébullition du corps ajouté.......	132	54,3	56	77,1	110,1	134,3	137,6	196

» Les éthers ont été rangés suivant à la fois leur poids moléculaire et leur température propre d'ébullition.

» La valeur de K décroît à mesure que le poids moléculaire augmente, et que la température d'ébullition s'élève; mais il n'y a aucune relation évidente entre ces trois variables.

» Ainsi le formiate d'éthyle et l'acétate de méthyle d'une part, l'isovalérate d'éthyle et l'acétate d'isoamyle d'autre part, ont le même poids moléculaire et sensiblement les mêmes températures d'ébullition; par suite, ils doivent avoir sensiblement les mêmes tensions à la même température; cependant, les valeurs de K sont très différentes dans chaque groupe. Tout au plus voit-on que, dans chacun de ces groupes, la valeur de K augmente sensiblement dans le même rapport quand le taux d'eau augmente.

» Dans le premier groupe, où les deux éthers sont solubles dans l'eau alcoolisée à un titre quelconque, le rapport des valeurs de K pour un même titre alcoolique croît constamment en même temps que l'eau.

» Dans le second groupe, où les deux éthers sont insolubles dans l'eau alcoolisée faible, le rapport passe par un maximum.

» Enfin, on voit que, à partir de l'isobutyrate d'éthyle, c'est seulement en présence de l'alcool fort que les éthers étudiés peuvent être retenus dans la colonne à rectifier. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le latex de l'arbre à laque.* Note de M. G. **Bertrand** (1), présentée par M. Dehérain.

« C'est en incisant l'écorce du tronc de diverses espèces appartenant au genre *Rhus* (Anacardiées) que l'on obtient, dans l'Asie sud-orientale, le latex que les Chinois et les Japonais utilisent pour recouvrir leurs meubles de ce magnifique vernis qu'on connaît sous le nom de *laque*.

» Ayant reçu du Tonkin (2), où les arbres à laque sont nombreux, une certaine quantité de ce latex parfaitement pur, j'en ai entrepris une étude dont voici les premiers résultats.

» Le latex de l'arbre à laque, désigné sous le nom de So'n-mat-Dâu dans le pays d'origine, ressemble à une crème épaisse de couleur blond clair,

(1) Travail du Laboratoire de Chimie du Muséum.

(2) Grâce à la générosité de M. Lavot, que je suis heureux de remercier ici.

presque blanche; il n'a qu'une faible odeur, rappelant l'acide butyrique, et rougit le papier bleu de tournesol.

» En flacons pleins et bien bouchés, il est susceptible d'une longue conservation, mais dès qu'il reçoit le contact de l'air, il s'oxyde avec une extraordinaire rapidité, brunit et se recouvre, en quelques minutes, d'une pellicule résistante, d'un noir intense, insoluble dans les dissolvants usuels. C'est surtout à ces remarquables propriétés que le latex de l'arbre à laque doit son emploi, car il suffit, en l'appliquant, d'observer quelques précautions, pour obtenir un enduit noir à la fois brillant et inaltérable.

» Comment s'accomplit cette curieuse transformation? Au premier abord, la lumière n'intervenant pas, on pourrait croire qu'elle résulte d'une simple oxydation; je vais montrer qu'elle dépend aussi d'une action diastasique.

» Pour y réussir, il convient d'abord de séparer les éléments constitutifs du latex. On y parvient en délayant celui-ci dans un grand excès d'alcool; la diastase devient insoluble, tandis que le principe générateur de la laque passe en dissolution.

» On jette le tout sur une toile fine, on lave le précipité avec de l'alcool tant que le liquide qui filtre se trouble par addition d'eau, puis on reprend ce précipité par l'eau *froide;* il s'y dissout, à l'exception d'un faible résidu noirâtre qu'on sépare par filtration, et l'on verse la liqueur claire dans dix fois son volume d'alcool; la substance dissoute se précipite de nouveau; on la recueille et la dessèche dans le vide.

» Elle est alors en fragments blancs et opaques et ne diffère des gommes solubles qu'en ce que sa solution aqueuse est beaucoup plus fluide; comme la plupart de ces gommes, du reste, elle donne, par hydrolyse avec l'acide chlorhydrique étendu, un mélange de galactose et d'arabinose.

» C'est dans cette gomme, où l'analyse ne décèle que des traces d'azote, que se trouve la diastase spéciale que je désignerai sous le nom de *laccase ;* elle n'agit ni sur l'empois d'amidon, ni sur le saccharose, l'amygdaline, le myronate de potassium ou la fibrine; j'indiquerai plus loin son caractère distinctif.

» Quant aux premières liqueurs alcooliques d'où le mélange de gomme et de laccase a été séparé, on les distille rapidement dans le vide, puis on agite le résidu avec de l'eau et de l'éther; l'eau retient de petites quantités de glucose, des sels minéraux, etc., tandis que l'éther s'empare du *laccol;* on le décante et on l'évapore dans une atmosphère d'hydrogène [1].

---

(1) On peut aussi séparer le laccol en le précipitant par l'acétate de plomb et décomposant la combinaison obtenue par l'hydrogène sulfuré, au sein de l'alcool.

» Le résidu de cette évaporation est un liquide huileux, épais, insoluble dans l'eau, soluble en toutes proportions dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, le benzène et la ligroïne. On ne doit le manier qu'avec les plus grandes précautions, car des traces, même à l'état de vapeur, suffisent pour produire à la face, aux bras ou sur les mains, une vive rubéfaction, bientôt suivie d'une éruption miliaire; un prurit intense et de la tuméfaction accompagnent les premiers symptômes. Aussi l'étude du laccol est fort difficile et j'ai dû l'interrompre, en raison d'une extrême sensibilité individuelle (¹). Je serai donc très réservé, dans cette première Note, sur la nature chimique du laccol, me bornant à faire remarquer qu'il est très oxydable. Déjà, au contact de l'air, il prend une coloration brun rouge, devient visqueux et finit, à la longue, par se résinifier; mais, c'est surtout en présence de la potasse et de la soude étendues, dans lesquelles il se dissout, que son oxydation est rapide; elle ressemble à celle du pyrogallol : le liquide s'échauffe, verdit, puis devient noir d'encre; on constate, en même temps, l'absorption d'une forte proportion d'oxygène. En solution alcoolique, il réduit instantanément le perchlorure de fer : le mélange verdit et dépose un dérivé métallique noir et amorphe; par l'acétate de plomb on obtient un précipité blanc, devenant bleu-verdâtre, puis noir, par oxydation lente. Toutes ces réactions rapprochent le laccol de certains phénols polyatomiques.

» En résumé, l'alcool empêche la transformation du latex et fournit, d'une part, un précipité chimiquement identique aux gommes et qui contient la *laccase;* de l'autre, un liquide rubéfiant et très oxydable, le *laccol.* Dans le produit naturel, la gomme et la laccase sont dissoutes à la faveur d'un peu d'eau, le laccol est simplement émulsionné.

» La composition du latex étant connue, il est facile d'établir que c'est par l'action successive de l'oxygène et de la laccase sur le laccol que ce latex se transforme en laque proprement dite.

» Pour cela, on précipite une solution alcoolique de laccol, comparativement par l'eau et par une solution aqueuse de laccase, *faite à froid;* on obtient ainsi des émulsions blanches, d'autant plus parfaites que la solution du laccol était plus étendue (²), mais, tandis que l'émulsion pré-

---

(¹) En Chine, certains ouvriers laqueurs ont le corps recouvert d'ulcérations érésypélateuses, mais la plupart en sont exempts.

(²) Il est plus commode et aussi exact d'employer une solution concentrée de laccol contenant un peu de saponine; celle-ci n'intervient nullement dans les réactions, mais favorise l'émulsion du laccol.

parée avec l'eau se conserve sans altération apparente, celle qui contient la laccase brunit presque aussitôt et sa coloration passe rapidement au brun noir, surtout si on agite au contact de l'air. Avec une solution *bouillie* de laccase il ne se produit aucune coloration.

» Ces expériences démontrent l'intervention diastasique de la laccase. Réalisées en vases clos, au contact d'un volume connu d'oxygène, elles permettent de constater dans tous les cas l'absorption d'une partie de ce gaz. Le laccol s'oxyde donc aussi bien en l'absence qu'en la présence du ferment, mais, dans le premier cas, il ne donne qu'une substance résinoïde, longtemps visqueuse et soluble dans l'alcool, et non le dérivé noir insoluble qui caractérise la laque. Bien que le laccol et la laccase soient intimement mélangés dans le latex, la laque n'y prend pas naissance, car l'oxydation du laccol doit précéder l'action diastasique de la laccase. C'est par l'influence successive de l'oxygène et de la diastase que se produit la laque. »

ZOOLOGIE. — *Sur la parthénogénèse chez les Sarcoptides plumicoles.* Note de M. E. **Trouessart**, présentée par M. Milne-Edwards.

« L'existence de la parthénogénèse chez les Acariens a été indiquée, en 1881, par M. Berlese ([1]), d'après les faits observés par lui chez les Gamasides. Toutefois, cet auteur ne semble pas être arrivé à une certitude absolue, car, dans un travail plus récent sur ce même groupe ([2]), M. Berlese se contente de désigner sous le nom de *nymphes-mères* (*nymphæ generantes*) les formes qu'il avait considérées comme des femelles parthénogénésiques dans son premier Mémoire.

» Les faits que je viens de constater sur une espèce de Sarcoptides de la sous-famille des *Analgesinæ* sont, au contraire, des plus nets et prouvent que la parthénogénèse existe dans ce groupe, sous l'influence de circonstances particulières qu'il est possible de déterminer avec précision.

» Le *Syringobia chelopus* Trt. et Neum. ([3]), est un Sarcoptide plumicole

---

([1]) A. Berlese, *Il Polimorfismo e la Partenogenesi di alcuni Acari* (*Gamasidi*) (*Bull. Soc. Ent. Ital.*, 1881, p. 88).

([2]) Id., *Acari, Myriopoda et Scorpiones hucusque in Italia reperta, ordo Mesostigmata* (*Gamasidæ*), 1892, p. 11, 33 *et passim*.

([3]) Trouessart et Neumann, *Diagnoses d'espèces nouvelles de Sarcoptides plumicoles* (*Bull. scient. de la France et de la Belgique*, 1888, p. 344, *Pl.* XIII, *fig.* 1 et 2).

qui vit d'une façon plus ou moins exclusive dans le tuyau des grandes plumes de l'aile du Chevalier gambette (*Totanus calidris*). Ce petit échassier est de passage régulier, en France, au printemps et à l'automne, nichant dans le nord pendant l'été et allant passer l'hiver dans les pays chauds, en Afrique et en Asie. Au moment des passages, le tuyau des rémiges de l'oiseau est constamment habité par de petites colonies de *Syringobia chelopus* qui se reproduisent dans ce milieu confiné et à température très peu variable.

» La constitution de ces petites colonies n'est pas toujours la même : dans certains tuyaux on trouve une forme de femelle très différente de la femelle normale qui vit ordinairement sur la même aile, mais dans des tuyaux distincts. Cette femelle anormale est beaucoup plus allongée, à flancs subparallèles, presque vermiforme; les téguments du notogastre sont beaucoup plus clairs et plus mous, tandis que le rostre est plus robuste que celui de la femelle normale; la vulve de ponte n'a pas l'épimérite qui la soutient chez celle-ci; enfin l'œuf est dépourvu de la coquille bivalve qui protège l'embryon normal, et enveloppé seulement de la mince *membrane cuticulaire* (Claparède), qui double cette coquille; cet œuf nu renferme un embryon beaucoup plus gros que l'embryon normal et il est pondu dans un état de développement beaucoup plus avancé, indiquant que dans certains cas la larve est vivipare.

» La nymphe d'où sort cette femelle anormale, et qui a la même apparence vermiforme, est *dépourvue de poche copulatrice :* la peau de mue, très fine et transparente, qu'elle dépouille en devenant adulte, *ne présente pas trace de l'orifice de cette poche copulatrice toujours bien visible sur la peau de mue de la femelle nubile normale.*

» Il s'agit donc évidemment d'une forme parthénogénésique : l'examen de cette nymphe, de la femelle qui lui succède et de son œuf, ne laisse aucun doute à cet égard. On constate, en outre, que les tuyaux qui contiennent ces femelles ne renferment ni mâles, ni femelles de la série normale, ni œufs à coquilles. Tous les jeunes qui sortent de l'œuf sans coquille reproduisent les caractères de la femelle parthénogénésique.

» Très exceptionnellement (un ou deux individus sur 100), des mâles homéomorphes se montrent dans la série parthénogénésique. Ces mâles, dépourvus d'organes sexuels secondaires, doivent avoir les testicules avortés, ce que je me réserve de démontrer ultérieurement, et sont très certainement incapables de féconder les femelles qui vivent avec eux.

» On trouve donc, dans cette espèce, les 12 formes suivantes :

Série normale.	Série parthénogénésique.
1. Œuf à coquille.	1. Œuf nu.
2. Larve normale.	2. Larve parthénogénésique.
3. Première nymphe normale.	3. Nymphe.
4. Femelle nubile (2e nymphe).	
5. Deuxième nymphe (mâle).	
6. Mâle hétéromorphe.	4. Mâle homéomorphe (*rare*).
7. Femelle fécondée (ovigère).	5. Femelle parthénogénésique.

» On peut reconstituer, comme il suit, le cycle évolutif de l'espèce : au moment de la mue annuelle, qui précède la migration de l'oiseau vers le sud, un petit nombre de Syringobies à l'état de nymphe (trois ou quatre au plus) pénètrent dans le tuyau de la jeune plume, par l'ombilic supérieur encore largement ouvert. S'il s'y trouve des individus des deux sexes, la colonie appartiendra à la série normale; mais *si tous les individus sont femelles*, les nymphes, arrivées à l'âge de deuxième nymphe, ne trouvant pas de mâles aptes à les féconder, continuent à croître, s'allongent jusqu'à atteindre une taille presque double de celle de la deuxième nymphe normale, et, par une dernière mue, se transforment en femelles parthénogénésiques. Celles-ci pondent des œufs nus d'où sortent des formes parthénogénésiques, reproduisant tous leurs caractères, et qui se continuent pendant toute la durée de la migration ou de la saison froide.

» Lorsque l'oiseau est arrivé dans les pays chauds, les jeunes sortent par l'ombilic supérieur, et des colonies normales vivent alors dans les barbes des plumes à la manière ordinaire. A l'approche de la migration de retour vers le nord (passage de printemps), des jeunes pénètrent de nouveau dans le tuyau par l'ombilic supérieur, et de nouvelles colonies, les unes normales, les autres parthénogénésiques, se montrent, à côté les unes des autres, mais dans des tuyaux différents, tandis que les colonies extérieures disparaissent complètement.

» La parthénogénèse est donc déterminée par cette double cause : l'hivernation dans le tuyau et la disette de mâles dans une colonie donnée. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement des organes excréteurs chez l'*Amphiuma ([1]). Note de M. **Herbert Haviland Field**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« L'embryogénie des reins chez les Batraciens a été de nos jours l'objet d'une longue série de recherches fort sérieuses. Ces études nous ont amenés peu à peu à des résultats bien nets, de sorte qu'il est peu probable que notre connaissance du développement chez les formes déjà étudiées soit bientôt enrichie de nouvelles découvertes importantes. Au moins en ce qui concerne le rein précurseur, les données des derniers observateurs sont toutes essentiellement d'accord, et à vrai dire il semble rester aujourd'hui assez peu de points en litige.

» Quant à la *signification* de ces faits acquis, il existe cependant des divergences d'opinion très prononcées. Ces différences d'avis portent en premier lieu sur les rapports phylogénétiques qu'on établirait entre le rein permanent (*mésonéphros*) et le rein précurseur (*pronéphros*). Les uns soutiendraient que le pronéphros est un organe *sui generis* qui aurait fonctionné chez quelques ancêtres de nos Vertébrés actuels comme unique organe d'excrétion, pour être remplacé et réduit à un organe transitoire et rudimentaire par une seconde sorte de rein, le mésonéphros. Les autres, au contraire, n'admettraient pas que cette distinction soit d'une si grande portée; ils croient plutôt que la division du système excréteur en pronéphros, mésonéphros et, pour les Amniotes, encore en métanéphros est une chose purement secondaire, et que tous ces organes ont une communauté d'origine.

» Sous un autre aspect encore, notre connaissance paraît incomplète. C'est que les observations actuelles sont peu étendues. Nous ne devrions pas, en effet, perdre de vue le fait que nous n'avons étudié jusqu'ici qu'une faible proportion des espèces déjà signalées, et surtout que certains groupes entiers n'ont jamais pu être l'objet de recherches embryogéniques.

» Quant aux Urodèles pérennibranches, par exemple, il n'existe jusqu'ici que les quelques observations sur *Proteus* qui ont été faites tout récemment par Wiedersheim et qui n'ont en outre relevé aucun caractère distinctif pour ce groupe. Or, par l'extrême obligeance de M. le professeur J.-S. Kingsley, de Tufts Collège, dans le Massachusetts, j'ai reçu des spécimens de l'*Amphiuma means*, à différents stades de développement,

([1]) Ce travail a été fait dans le laboratoire du Muséum de M. A. Milne-Edwards.

qui présentent, au point de vue du système excréteur, plusieurs particularités qui n'ont jamais été signalées jusqu'ici.

» Dans une petite Note, que j'ai publiée il y a deux ans, j'ai fait remarquer que la première ébauche du mésonéphros est strictement métamérique dans toute sa longueur. C'est une disposition qu'on ne rencontre point chez les autres Urodèles et chez les Anoures, mais qui est typique pour les Cœciliens. Dans l'adulte, cette métamérie disparaît, mais je ne veux pas me prononcer sur le mode de multiplication des canalicules avant que mes reconstructions soient toutes complétées. Je me bornerai donc à signaler une duplicité irrégulière des néphrostomes et des canaux néphrostomaux dans les segments antérieurs du rein. Cette anomalie, qui apparaît dans les larves avant l'éclosion, consiste ordinairement en une division du canal telle que le canalicule urinifère reste indivis à partir du glomérule, tandis que celui-ci communique avec la cavité pleuro-péritonéale moyennant deux tubules plus ou moins séparés. En d'autres mots, et en suivant la nomenclature que j'ai proposée dans d'autres Communications, le *canalis principalis* reste indivis, tandis que le *canalis nephrostomalis* est dédoublé. Je rappellerai seulement que ces deux canaux représentent des parties morphologiquement bien différentes.

» Le pronéphros des autres Urodèles est composé de deux canaux seulement dont chacun porte un seul néphrostome. Ils appartiennent à deux segments consécutifs du corps. Un troisième canal néphrostomal a été rencontré deux fois seulement. Mollier l'a trouvé chez *Triton alpestris*, mais il n'indique pas ses rapports avec les protovertèbres; moi je l'ai également vu une seule fois chez l'*Amblystoma punctatum*. Dans le dernier cas, le canal accessoire appartenait à un troisième somite postérieur. Chez les Anoures les canalicules sont toujours au nombre de trois.

» Le pronéphros de l'Ichthyophis, au contraire, appartient à douze ou treize segments. Les canalicules sont également au nombre de douze ou de treize, car les néphrostomes dits extérieurs ne doivent pas figurer dans une telle énumération.

» Or, chez l'Amphiuma le pronéphros est en rapport avec trois protovertèbres. Quelquefois on trouve un segment avec un seul néphrostome et qui par conséquent ne possède qu'un seul canalicule; cependant, dans chaque pronéphros que j'ai examiné il y avait toujours un ou deux segments dans lesquels on trouvait deux canalicules parallèles se terminant en deux néphrostomes superposés. Comme j'ai trouvé un canal accessoire dans chacun des trois segments du pronéphros, on peut regarder le chiffre typique de néphrostomes comme étant égal à six; cependant, il semble qu'on

n'en rencontre guère que cinq dans un seul pronéphros. Le pronéphros de l'Amphiuma ne comprend donc qu'un seul segment de plus que ceux des autres Urodèles et concorde parfaitement à cet égard avec le pronéphros des Anoures ou bien avec les pronéphridies anormales qu'on a rencontrées deux fois chez les Caducibranches, comme je viens de le dire. Cependant, les canalicules sont près de trois fois aussi nombreux que dans le pronéphros normal des autres Urodèles.

» Au premier coup d'œil, on pourrait supposer que cette configuration est analogue à celle du pronéphros de l'Ichtyophis, car dans les derniers travaux, on a pris l'habitude de parler des deux *branches* du canal néphrostomal, chez ce Batracien, comme s'il y avait en effet deux canalicules dans chaque segment. Au point de vue purement topographique, on peut s'exprimer ainsi sans grave erreur; mais pour la morphologie, c'est une conception absolument erronée.

» *Il n'y a qu'un seul vrai canal du pronéphros dans chaque segment.* Cette duplicité n'existe pas plus pour le pronéphros de l'Ichtyophis que pour les canalicules du mésonéphros; car il faudrait admettre l'existence constante de deux néphrostomes pour ceux-ci, *dans le même sens* qu'on pourrait en revendiquer deux pour le pronéphros de l'Ichtyophis. Chez l'*Amphiuma*, la « chambre pronéphridienne » reste largement ouverte et il est impossible de confondre les vrais néphrostomes avec les néphrostomes dits extérieurs. Il me semble donc que nous avons affaire avec une configuration nouvelle du pronéphros. Je ne peux pas, dans cette Note préliminaire, m'étendre sur sa signification morphologique. Je me bornerai à dire que ces observations rendent très invraisemblable la théorie selon laquelle le pronéphros représenterait un organe défini ancestral. On a déjà été réduit à admettre que la distinction principale entre le pronéphros et le mésonéphros n'est qu'une différence de position dans le sens dorso-latéral. Le pronéphros serait, d'après cela, la première rangée, ou génération, des évaginations métamériques, tandis que toutes les autres involutions qui se trouvent un peu plus dorsales en position appartiendraient au mésonéphros. Cette hypothèse me semble inadmissible, car on trouve chez l'*Amphiuma* deux rangées de canalicules superposées qui appartiennent cependant toutes les deux au pronéphros. Pour moi, une seconde série des invaginations de l'organe excréteur primitif a été modifiée en canalicules du pronéphros à la suite des besoins de l'existence larvaire.

» Un autre caractère du système excréteur de l'*Amphiuma* mérite notre attention. Chez l'Ichtyophis, le pronéphros et le mésonéphros sont en contact ou même (?) superposés. Le pronéphros des autres Batraciens qu'on

a décrit jusqu'ici est toujours suivi d'un intervalle de 2 à 4 segments sans canal excréteur avant d'arriver au mésonéphros. Chez l'*Amphiuma* cet intervalle peut atteindre jusqu'à 22 segments; c'est une configuration qui contraste avec ce qu'on trouve chez tous les autres animaux.

» Les autres particularités seront réservées pour un Mémoire plus étendu. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Utilisation des marcs de vendange.* Note de M. **A. Müntz**, présentée par M. Dehérain.

« Aux vendanges de 1892, j'ai étudié des procédés d'utilisation du marc de raisins, dont le viticulteur ne tire le plus souvent que peu de profit, qu'il laisse même perdre entièrement dans beaucoup de cas. Ayant constaté que le marc pressé retient 60 pour 100 de son poids de vin, en tous points pareil au vin de presse, j'ai essayé de retirer ce liquide par un déplacement méthodique au moyen de l'eau et j'ai ainsi obtenu des piquettes presque sans mélange d'eau, beaucoup moins diluées que celles qu'on fabrique ordinairement et fournissant aux ouvriers de l'exploitation une boisson bien supérieure à celle à laquelle ils étaient habitués. Le surplus de ces piquettes, soumis à la distillation, a donné de la véritable eau-de-vie de vin, d'une valeur notablement supérieure à celle des eaux-de-vie obtenues par la distillation directe des marcs.

» J'ai montré qu'après avoir retiré le vin qui était resté dans les marcs, ces derniers n'avaient rien perdu de leur valeur nutritive et j'ai pu les faire servir, pendant toute la durée de l'hiver, à l'alimentation d'un troupeau de brebis.

» Aux vendanges de 1893, j'ai repris ces études, dans le but de préciser le mode opératoire. Des essais ont été faits dans le Roussillon, sur des vignobles à grands rendements, et dans le Médoc, dans des vignes de production moindre, mais donnant des vins de qualité supérieure.

» Les opérations ont été conduites de la manière suivante :

» Le marc, sortant des pressoirs, est introduit, sans aucun retard, dans des cuves cylindriques, où il est tassé par le piétinement, pendant qu'on l'arrose de 4 à 5 pour 100 d'eau, destinée à favoriser le tassement. Lorsque la cuve est pleine, on arrose le marc avec de l'eau qu'on répartit uniformément à sa surface, en mettant environ 12^{lit} d'eau tous les quarts d'heure, pour une cuve de 80^{hlit}.

» L'eau ainsi versée à la surface chasse devant elle le vin contenu dans le marc, sans pour ainsi dire s'y mélanger, et les premiers liquides qui s'écoulent au bas de la cuve, et qui sont d'une belle couleur et d'une parfaite limpidité, sont en réalité du vin

sans mélange d'eau. Ce n'est qu'au bout d'un certain temps que les liquides coulent plus faibles et vont s'affaiblissant à mesure. On arrête l'opération lorsque les liquides qui s'écoulent ne contiennent plus que moins de 1 pour 100 d'alcool, ce qui arrive au bout du quatrième jour. On recueille séparément les liquides de divers degrés alcooliques. Les plus concentrés sont mis en réserve pour la consommation ou la distillation; les autres sont employés à l'arrosage d'une autre cuve remplie de marcs, sur lesquels on verse ces piquettes, successivement, par ordre décroissant de richesse alcoolique et ensuite de l'eau pour achever le déplacement. Les piquettes fortes sont ainsi toujours mises à part et les piquettes faibles vont s'enrichissant graduellement par leur passage sur de nouveaux marcs. Les cuves deviennent libres au bout de quatre jours pour de nouvelles opérations. Un petit nombre suffit donc pour les plus grandes exploitations.

» Dans le Roussillon, j'ai appliqué cette méthode dans les domaines du Mas Déous et de Sainte-Eugénie, qui ont donné, en 1893, 6000$^{\text{hlit}}$ de vin et 72000$^{\text{kg}}$ de marc pressé, en employant cinq cuves cylindriques d'une contenance de 80$^{\text{hlit}}$ chacune.

» Voici, à titre d'exemple, les résultats donnés par une cuve en marche normale, c'est-à-dire dans laquelle l'épuisement se pratiquait à l'aide de piquettes faibles d'une précédente opération.

» Le vin qui avait été retiré de ces marcs par la presse contenait 11,5 pour 100 d'alcool.

» Par le déplacement on a obtenu :

Les 10 premières heures....	4$^{\text{hlit}}$	de piquette à	11	pour 100 d'alcool
11 heures suivantes....	5	»	10,1	»
11 »	5	»	8,7	»
18 »	7	»	6,9	»

» Puis, sont venus des liquides de plus en plus faibles jusqu'à la fin du quatrième jour.

» L'opération faite sur la totalité du marc pressé (72000$^{\text{kg}}$) a donné 460$^{\text{hlit}}$ d'une piquette ayant une richesse moyenne de 8 pour 100 d'alcool et de 16$^{\text{gr}}$,5 d'extrait sec par litre. Ce liquide n'est pas inférieur à la plus grande partie des vins de cuvée produits dans les plaines du Midi.

» En faisant le bilan de cette opération, on trouve que 85 pour 100 de l'alcool contenu dans le vin qui imprégnait les marcs pressés ont ainsi pu être extraits sous forme d'une piquette forte, constituant une boisson excellente, peu différente du vin lui-même et que son degré de concentration permet d'employer avantageusement pour la production des eaux-de-vie de vin.

» Le marc ainsi épuisé a été ensilé après avoir été mélangé de 1,5 pour 100 de son poids de sel dénaturé avec des tourteaux et, par suite, dégrevé des droits de régie. Un troupeau de brebis de deux cents têtes a été nourri presque exclusivement avec ces marcs, dont 2^{kg} peuvent remplacer 1^{kg} de foin. En présence de la cherté des fourrages, ces marcs ont rendu de grands services en permettant d'établir une ration économique.

» J'ai institué de la même manière l'extraction de piquettes dans le domaine de Château-Reysson, près de Saint-Estèphe (Médoc). Dans ce vignoble de 45^{ha}, les vendanges ont donné, en 1893, 1035^{hlit} de vin, ayant une richesse moyenne de 11,5 pour 100 d'alcool, et $13\,450^{kg}$ de marcs pressés.

» J'ai obtenu : 1° 23^{hlit} d'une piquette très colorée, contenant 10 pour 100 d'alcool et que ceux des ouvriers de l'exploitation qui sont habitués à recevoir du vin ont volontiers acceptée en remplacement de ce dernier, et 2° 87^{hlit} de piquette contenant 5 pour 100 d'alcool, bien supérieure à celle que le personnel ayant droit à des piquettes est habitué à recevoir.

» Quant aux marcs épuisés, ils ont été ensilés sans addition de sel et distribués, dans le courant de l'hiver, aux bœufs de labour, à raison de 6^{kg} à 8^{kg} par tête et par jour, en remplacement de la moitié de ce poids de foin. Les premiers jours, certains animaux les acceptaient difficilement; ils s'y sont ensuite habitués, surtout quand on y mélangeait quelques poignées de son. On a pu faire consommer intégralement ces marcs, économisant ainsi 6000^{kg} de foin de prairie dont le prix, dans le Médoc, s'était élevé jusqu'à 16^{fr} à 18^{fr} les 100^{kg}.

» Ici encore, les marcs ont donc été une ressource précieuse dans cette année de disette de fourrages. »

Un pli cacheté, déposé par M. **Jules Bourdin** et accepté par l'Académie dans la séance du 11 mars 1889, est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, sur la demande de la famille de l'auteur.

Ce pli, inscrit sous le numéro 4376, contient une Note ayant pour titre : « Organisation rationnelle d'un bureau central téléphonique pour une ville comme Paris, où le nombre des abonnés est déjà de plusieurs milliers et peut devenir beaucoup plus considérable. »

M. **J. Pillet** adresse un Mémoire « Sur les divergences qui existent

entre la projection conique ou perspective linéaire et la perspective réelle ou sphérique. »

M. **Decaux** adresse une Note ayant pour titre : « Nos auxiliaires dans la lutte contre les Acridiens en Algérie et en Tunisie. Moyen de les propager ».

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et Chirurgie, par l'organe de son Doyen, M. **Marey**, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *Brown-Séquard*.

En première ligne (ex æquo) *et par ordre alphabétique*	M. **d'Arsonval.** M. **François-Franck.**
En seconde ligne (ex æquo) *et par ordre alphabétique*	M. **Dastre.** M. **Gréhant.** M. **Laborde.** M. **Ollier.** M. **Charles Richet.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 7 heures.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 avril 1894.

Leçons de clinique médicale faites à l'hôpital de la Pitié et à l'Hôtel-Dieu (années 1879-1893), par le Dr C. Lancereaux. Paris, Vve Babé et Cie, 1892;

L. Battaille et Cie, 1894; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.) (Renvoyé à la Commission du prix Chaussier.)

Catalogue illustré des coquilles fossiles de l'éocène des environs de Paris, faisant suite aux travaux paléontologiques de G.-P. Deshayes, par M. Cossmann, ingénieur civil, membre de la Société géologique de France. Bruxelles, 1886-1892; 5 fasc. gr. in-8°. (Présenté par M. Gaudry.) (Renvoyé à la Commission du prix Cuvier.)

Le Globe marin, par Mgr Rougerie, évêque de Pamiers. Foix, Francal, 1894; 1 vol. in-4°.

L'Anthropologie, 1894. Tome V, n° 2. Mars-avril. Paris, G. Masson; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers. Quatrième série, Tome VII. Année 1893. Angers, Lachèse et Cie, 1894; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris. Comptes rendus des séances. Tome XXXIX. 5e livraison. Paris, F. Alcan, 1894; 1 fasc. in-8°.

Observaciones verificadas durante el mes de enero de 1893. Manila, Ramirez y Cia, 1894; 1 br. in-4°.

Host and habitat index of the Australian fungi, 1893. Sydney, C. Potter; 1 fasc. in-8°.

Professor Dr Rudolf Wolf. 1816-1893. Der Bernischen naturforschenden Gesellschaft zum Andenken, beim 50-jährigen Jubiläum ihrer Mittheilungen, gewidmet von Professor Dr J.-H. Graf. Bern, 1894; 1 br. in-8°.

Proceedings of the american Academy of Arts and Sciences. New series, vol. XX. Whole series, vol. XXVIII. From may 1892 to 17 may 1893. Boston, 1893; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 avril 1894.

Œuvres complètes de Laplace, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences, par MM. les Secrétaires perpétuels. Tomes IX et X. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893-1894; 2 vol. in-4°. (Présenté par M. Tisserand.)

Armand de Quatrefages de Bréeau. Liste chronologique de ses travaux, par Godefroy Malloizel, sous-bibliothécaire du Muséum. Autun, de Jussieu, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Perrier.)

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Septième série. T. II. Mai 1894. Paris, G. Masson, 1894; 1 fasc. in-8°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture (Direction de l'Agriculture), par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, etc. Paris, G. Masson, 1894; 1 fasc. in-8°.

Revue internationale de l'Enseignement, publiée par la Société de l'Enseignement supérieur. Paris, A. Colin, 1894; 1 fasc. gr. in-8°.

Traité des maladies des yeux, par Ph. Panas, professeur de Clinique ophtalmologique à la Faculté de Médecine, etc. Paris, G. Masson, 1894; 2 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Guyon.) (Renvoyé au concours des prix de Médecine et de Chirurgie.)

Principes et développements de Géométrie cinématique. Ouvrage contenant de nombreuses applications à la théorie des surfaces, par le Colonel A. Mannheim, professeur à l'École Polytechnique. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 vol. in-4°.

Bulletin de la Société astronomique de France. Septième année, 1893. Paris, 1893; 1 vol. in-8°.

Les femmes dans la Science. Conférence faite au cercle Saint-Simon le 24 février 1894, par A. Rebière. Paris, Nony et C^ie, 1894; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société linnéenne de Lyon. Tomes XXXVIII, XXXIX, XL. Lyon, H. Georg; Paris, J.-B. Baillière et fils, 1891-1893; 3 vol. in-8°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires, publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique. Premier et second fascicule (dernier du Tome XII). Bruxelles, F. Hayez, 1893; 2 vol. in-8°.

Observations météorologiques suédoises, publiées par l'Académie royale des Sciences de Suède, exécutées et rédigées sous la direction de l'Institut central de Météorologie. Vol. XXXI. 1889; 1 vol. in-4°.

Memorie della regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in Modena. Serie II. Volume IX. Modena, 1893; 1 vol. in-4°.

Videnskabelige meddelelser fra den naturhistoriske foreneing i Kjobenhavn for Aaret 1893. Kjobenhavn, 1894; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 mai 1894.

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1892. I. *Mémoires*. II. *Observations*. III. *Pluies en France*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 3 vol. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et

Jules Tannery. Deuxième série. Tome XIV. Août et septembre 1890. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 2 fasc. in-8°.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. Tome LXXVI; première et deuxième Parties. Tome LXXVII; première et deuxième Parties. Paris, Imprimerie Nationale, 1893; 4 vol. in-4°.

Paléontologie française ou description des fossiles de la France. Terrains tertiaires, Eocènes, Echinides. Tome II, par M. Cotteau. Paris, G. Masson, 1894; 1 fasc. in-8°.

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris, pour obtenir le grade de Docteur ès Sciences naturelles, par Constant Houlbert, licencié ès Sciences physiques et naturelles. Paris, G. Masson, 1893; 1 vol. in-8°.

Annual Report board of regents of the smithsonian institution, showing the operations, expenditures, and condition of the institution for the year ending june 30, 1891. *Report of the U. S. National Museum.* Washington, 1892; 1 vol. in-8°.

Report of S. P. Langley. *Secretary of the smithsonian institution for the year ending june* 30. 1894. Washington, 1894; 1 vol. in-8°.

Iowa geological survey. Volume I. *First Annual Report, for* 1892, with accompanying Papers. 1893; 1 vol. gr. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 JUIN 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection, faite par l'Académie, de M. *Laussedat*, pour remplir la place d'Académicien libre laissée vacante par le décès de M. le général *Favé*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Laussedat** prend place parmi ses Confrères.

MINÉRALOGIE. — *Sur la composition de l'apophyllite;* par M. C. Friedel.

« Dans la séance du 12 février 1894, M. Gentil a communiqué à l'Académie (¹) une analyse qu'il a faite de l'apophyllite découverte à Bou Serdoun, près de Collo (Algérie), par M. J. Curie. Il y signalait l'absence du fluor, élément que, depuis Berzélius, on avait considéré comme entrant dans la composition de ce minéral. On pouvait être tenté de le regarder comme en faisant partie d'une manière essentielle, d'autant plus que la quantité qu'en indiquent certaines analyses, si faible qu'elle soit, correspond à la proportion de potassium qu'on y trouve. En y admettant que ce dernier y fût contenu sous la forme de fluorure, on pourrait construire pour le minéral une formule acceptable puisqu'elle serait analogue à celles de la sodalite, de la noséane et de la cancrinite, que l'on peut représenter, ainsi que l'ont fait voir les recherches synthétiques que nous avons faites, mon fils Georges et moi, par 3 molécules d'un silicate d'alumine et d'alcali, uni à 1 ou 2 molécules d'un sel alcalin.

» Si certaines apophyllites ne renfermaient pas de fluor, il fallait renoncer à cette manière de voir. Il m'a donc semblé utile de vérifier le fait annoncé par M. Gentil, et la façon la plus simple de le faire était de calciner le minéral dans un tube d'essai et de s'assurer s'il ne donnait pas, dans ces conditions, une eau acide. C'est ce qui devait avoir lieu s'il renfermait du fluor, et c'est d'ailleurs ce que tous les traités de Minéralogie indiquent comme un des caractères de l'apophyllite.

» A mon grand étonnement, au lieu de voir rougir le papier de tournesol introduit dans le tube, je l'ai vu fortement bleuir, pendant la calcination du minéral de Collo dont j'avais une bonne quantité à ma disposition, grâce à la libéralité de M. Gentil. En même temps j'ai senti une odeur ammoniacale prononcée, légèrement pyridique.

» J'ai pu constater tout de suite que l'eau condensée dans le tube donnait avec le chlorure de platine un chloroplatinate en petits octaèdres, sans action sur la lumière polarisée.

» L'apophyllite de Bou Serdoun n'est pas la seule à donner cette réaction; j'ai pu la produire avec des échantillons provenant d'Andréasberg (Hartz), de Guanajuato (Mexique), du Groenland, de la Nouvelle-Écosse, d'Utö (Suède) qui l'ont présentée d'une manière très marquée.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 369.

La belle apophyllite de Poonah (Inde) ne réagit, par contre, que très faiblement sur le papier de tournesol à la calcination.

» Il restait à déterminer la proportion de l'ammoniaque contenue dans le minéral et à s'assurer que le gaz alcalin dégagé était bien de l'ammoniaque, comme il paraissait certain de premier abord.

» J'ai voulu commencer par vérifier si toute l'ammoniaque était dégagée par la calcination. Pour cela, j'ai chauffé sur une grille à analyse $6^{gr},331$ d'apophyllite de Boun Serdoun en fragments, dans un tube en verre de Bohême fermé par un bout et en communication par l'autre avec un appareil à trois boules renfermant de l'acide chlorhydrique.

» Après avoir chauffé le tube au rouge sombre pendant un temps suffisant, j'ai transformé le chlorhydrate d'ammoniaque en chloroplatinate et obtenu $0^{gr},1114$ de ce sel. Le résidu de la calcination a été ensuite porté et maintenu pendant quelque temps à l'ébullition avec de la soude dans un petit ballon en communication avec un appareil propre à condenser l'ammoniaque, et cette opération a encore fourni $0^{gr},0695$ de chloroplatinate; les deux nombres ensemble correspondent à 0,22 pour 100 d'ammoniaque.

» Toute l'ammoniaque ne s'était donc pas dégagée à la calcination. Comme il n'était pas sûr que la soude eût attaqué complètement le minéral, on a dosé directement l'ammoniaque totale en traitant $1^{gr},6617$ de la substance finement pulvérisée, dans un petit ballon, par l'acide sulfurique étendu; puis on a chassé l'ammoniaque par ébullition avec un excès de soude en la recueillant dans l'acide chlorhydrique. On a obtenu ainsi $0^{gr},082$ de chloroplatinate d'ammoniaque, ce qui correspond à 0,37 pour 100 d'ammoniaque. En calcinant ce chloroplatinate, on a trouvé qu'il restait $0^{gr},0368$ de platine, ce qui correspond à 0,38 pour 100 d'ammoniaque. La presque identité des nombres trouvés prouve que c'est bien de l'ammoniaque qui était contenue dans le chloroplatinate.

» On a traité de même $0^{gr},9249$ d'apophyllite de Guanajuato, et l'on a obtenu $0^{gr},0612$ de chloroplatinate, ce qui correspond à 0,5 pour 100 d'ammoniaque. Le minéral de Poonah en a donné, comme l'on pouvait s'y attendre, une proportion beaucoup moindre : $1^{gr},2675$ ont fourni $0^{gr},0108$ de chloroplatinate, c'est-à-dire 0,065 pour 100 d'ammoniaque.

» M. Pisani, ayant examiné, au point de vue de la réaction alcaline, les échantillons d'apophyllite qu'il avait à sa disposition, a trouvé que ceux d'Andréasberg (variété rose), de Cziklova et d'Orawitza (Banat), de Patterson, de Bergen-Hill et de Westchester (États-Unis) et du Mexique la donnaient, que ceux d'Écosse, de Chester C°, et la variété albine

(sur phonolithe) n'avaient aucune action marquée, ni acide, ni alcaline, sur le papier de tournesol, et enfin qu'un seul échantillon provenant de Feroe donnait une eau acide.

» M. Pisani a bien voulu me remettre cet échantillon afin que je pusse l'examiner plus complètement. J'ai d'abord constaté l'exactitude de son observation et j'ai pu reconnaître qu'un autre échantillon de la même localité, appartenant à la collection de l'École des Mines, donnait, lui aussi, une eau acide.

» Après le résultat négatif que m'avait donné, au point de vue du fluor, la calcination de l'apophyllite de Bou Serdoun, j'ai essayé de chercher cet élément par une expérience plus décisive en employant le procédé de Wöhler, c'est-à-dire le dégagement du fluor à l'état de fluorure de silicium. M. Gentil s'était déjà servi de ce procédé, avec les modifications que lui a fait subir M. Ad. Carnot. Je me suis contenté d'attaquer le minéral réduit en poudre fine par l'acide sulfurique concentré dans un petit ballon bien sec communiquant par un tube débouchant sous une couche de mercure avec un autre petit ballon renfermant de l'eau. Un courant d'air lent, produit par aspiration, était destiné à faciliter le dégagement du fluorure de silicium.

» Dans ces conditions l'apophyllite de Bou Serdoun n'a pas communiqué à l'eau du deuxième ballon la moindre trace d'acidité; elle ne renferme donc ni fluor, ni élément halogène pouvant le remplacer.

» Quant au minéral de Feroe, $1^{gr},763$ ayant été traité de même a donné à l'eau une très légère acidité; mais une trace d'ammoniaque a suffi pour rendre l'eau alcaline. Il n'y avait du reste pas du tout de silice déposée.

» Dans une deuxième expérience faite avec $3^{gr},996$ de matière, on a trouvé que l'eau n'était pas même acide et que $\frac{1}{20}$ de centimètre cube d'eau de chaux suffisait pour la rendre fortement alcaline à la phtaléine.

» On a, d'autre part, calciné dans une petite cornue formée d'un tube en verre dur étiré et recourbé $2^{gr},7235$ du même minéral; l'eau recueillie après calcination jusqu'au rouge était légèrement acide; néanmoins on a pu constater qu'elle renfermait une très petite quantité d'ammoniaque. On a donc distillé avec la soude la matière ($1^{gr},763$) traitée par l'acide sulfurique pour la recherche du fluor, et l'on a obtenu $0^{gr},0077$ de chloroplatinate d'ammoniaque, ce qui correspond à 0,033 pour 100 d'ammoniaque.

» Ainsi, même cette variété, qui donne par calcination une eau acide, renferme de l'ammoniaque, et l'on peut conclure de ces expériences que

l'apophyllite en contient des quantités variant de 0,03 à 0,5 pour 100.

» Sous quelle forme y est-elle contenue? Il est probable qu'elle y entre de la même manière que la potasse; mais la quantité en est si faible qu'il serait bien difficile de constater si elle remplace ou non une partie de cet alcali.

» Quant à l'acide qui l'accompagne dans l'apophyllite de Feroe, il est, lui aussi, en si faible quantité qu'il a été difficile de déterminer d'une manière certaine sa nature. La réaction si sensible de la diphénylamine en présence de l'acide sulfurique, essayée sans résultat, permet de conclure à l'absence de l'acide azotique. Une recherche directe n'a pas donné non plus d'acide sulfurique, d'acide phosphorique ni d'acide borique. On a obtenu avec l'azotate d'argent un léger louche, qui permet de conclure à la présence probable d'une très petite quantité d'acide chlorhydrique. Quant au fluor, non seulement on ne l'a pas trouvé lorsqu'on a cherché à le dégager à l'état de fluorure de silicium, mais dans les calcinations qui ont été faites, les tubes dans lesquels l'eau s'était condensée n'ont jamais montré trace d'un dépôt siliceux.

» On est donc en droit de conclure à l'absence du fluor, au moins dans les échantillons qui ont été examinés à ce point de vue, et outre le minéral de Collo et celui de Feroe, on a fait la même recherche avec le même résultat sur celui d'Utö dans lequel Berzélius avait pour la première fois signalé la présence du fluor, et sur celui d'Andréasberg analysé par M. Rammelsberg. Comment accorder les résultats des expériences rapportées ci-dessus avec les analyses de savants aussi illustres et aussi habiles expérimentateurs?

» Si l'on se reporte au Mémoire dans lequel Berzélius a annoncé la présence du fluor dans l'apophyllite (¹), on voit qu'il y rend compte de l'action de l'ammoniaque sur le fluosilicate de calcium obtenu en dissolvant du fluorure de calcium mélangé de silice dans l'acide chlorhydrique étendu à froid.

» En ajoutant du chlorure de calcium, puis de l'ammoniaque caustique, il obtint un précipité qui donna à l'analyse pour la silice, la chaux et le fluor des nombres tels, dit Berzélius, que « le tout, qui est plus vraisem-
» blablement une combinaison, un véritable fluosilicate qu'un simple
» mélange, forme un composé renfermant un atome de bisilicate de calcium
» pour trois (demi-) atomes de fluorure de calcium. C'est la même combi-

(¹) *Poggendorff's Annalen*, t. I, p. 204; 1824.

» naison qu'on obtient lorsqu'on dissout l'apophyllite dans l'acide azotique
» ou chlorhydrique froids et qu'on précipite par l'ammoniaque, combi-
» naison qui a été considérée comme de l'alumine par beaucoup de chi-
» mistes ».

» M. Rammelsberg ([1]), s'occupant de l'analyse de l'apophyllite, rappelle cette observation de Berzélius auquel l'apophyllite d'Utö avait donné 4,82 pour 100 de la combinaison $2SiO^2CaO.3CaFl^2$ et dit que lui-même a obtenu, avec le minéral de la même localité, seulement 0,75 et 2,32 pour 100 et avec celui d'Andréasberg 3,43 et 4,01 pour 100, ce qui correspond pour le fluor à

Utö................	1,54 (Berz);	0,24 (R);	0,74 (R)
Andréasberg........	1,09 (R)	et	1,28 (R)

» Il ajoute que la méthode de Wöhler pour le dosage du fluor ne lui a donné pour le minéral d'Utö que 0,46 pour 100 et encore moins dans une autre expérience. Il attribue, et avec raison, semble-t-il, ces divergences aux méthodes d'analyse.

» Enfin M. Reakirt ([2]) a analysé une apophyllite de Fundy Bay (Nouvelle-Écosse) et y a trouvé 1,79 et 1,63 de fluor dans deux analyses. Le fluor a été dosé, à l'état de fluorure de calcium, après que, la matière ayant été attaquée par fusion avec le carbonate de sodium et reprise par l'eau, on eut, dans la liqueur filtrée, précipité la silice par le carbonate d'ammoniaque. Dans la liqueur séparée de la silice, on a précipité par le chlorure de calcium un mélange de carbonate et de fluorure de calcium que l'on a calciné, et repris ensuite par l'acide acétique étendu.

» Aucun des procédés décrits ne me semble donner une certitude absolue de la présence du fluor. Celle-ci n'a été démontrée par aucune expérience directe et l'élément a été dosé sous la forme de précipités qui pouvaient renfermer autre chose que ce qu'on y supposait et qui, dans les conditions indiquées, ne présentaient aucune garantie de pureté.

» En particulier, la méthode d'analyse appliquée par M. Reakirt est visiblement incorrecte, puisqu'elle suppose que toute la silice est restée dans la portion insoluble dans l'eau, ou précipitée par le carbonate d'ammoniaque. Il devait en rester dans la solution dans laquelle on a cru précipiter le fluor par le chlorure de calcium et le précipité renferme des

---

([1]) *Pogg. Ann.*, t. LXVIII, p. 506; 1828.
([2]) *American Journal of Science*, II, t. XVI, p. 84.

quantités notables de silice, ainsi qu'on pouvait le prévoir et ainsi que je m'en suis assuré en suivant la marche indiquée, sur une certaine quantité d'apophyllite de Bou Serdoun qui ne renferme, comme on sait, pas de fluor.

» Je crois pouvoir conclure de là et des expériences rapportées plus haut que l'apophyllite, au moins pour les échantillons examinés, ne renferme pas de fluor, ou tout au plus des quantités telles qu'il n'y a pas lieu d'en tenir compte dans l'établissement de sa formule chimique, pas plus que des autres traces d'acides qu'elle peut renfermer, et qu'elle renferme, par contre, de l'ammoniaque en quantité variable.

» Quant à la formule du minéral, il semble difficile d'en trouver une qui soit satisfaisante.

» Les analyses, quoique suffisamment concordantes pour la silice, la chaux et la potasse, ne conduiseut pas à des rapports simples. On les représenterait assez bien par les rapports $4Si^2O^7CaH^4 + KOH$, qui exigent $SiO^2 = 53,09$; $CaO = 24,77$; $K^2O = 5,19$; $H^2O = 16,92$; mais cette formule ne semble guère admissible. Celle qui en ferait simplement un disilicate hydraté de calcium avec remplacement d'une partie du calcium par du potassium exigerait plus de silice que n'en donnent les analyses; en outre, la constance de la proportion de potassium ne permet guère non plus de l'admettre.

» D'autres expériences sont encore nécessaires pour trancher la question. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre pour la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de feu M. *Brown-Sequard*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 59,

M. d'Arsonval	obtient	20 suffrages,
M. Ollier	»	18 »
M. Richet	»	9 »
M. Dastre	»	8 »
M. François-Franck	»	4 »

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin.

Au second tour de scrutin, le nombre des votants étant 60,

M. d'Arsonval	obtient	31	suffrages,
M. Ollier	»	23	»
M. Richet	»	3	»
M. Dastre	»	2	»
M. François-Franck	»	1	»

M. **d'Arsonval**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1894.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Saintour. — MM. Bertrand, Berthelot, Fizeau, Daubrée, Lœwy réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marey et Hermite.

Prix Alberto-Levi. — MM. Bouchard, Potain, Verneuil, Guyon, Duclaux réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marey et Pasteur.

Commission chargée de présenter une question pour le *Grand prix des Sciences mathématiques* (Prix du Budget) à décerner en 1896. — MM. Hermite, Poincaré, Darboux, Jordan, Picard réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand et Appell.

Commission chargée de présenter une question pour le *Prix Fourneyron* à décerner en 1897. — MM. Lévy, Sarrau, Boussinesq, Léauté, Resal réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Deprez et Haton de la Goupillière.

Commission chargée de présenter une question pour le *Prix Bordin*, à décerner en 1896. — MM. Poincaré, Hermite, Darboux, Picard, Bertrand réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Jordan et Appell.

RAPPORTS.

HYDRODYNAMIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Bazin, *intitulé : « Expériences sur la contraction des veines liquides et sur la distribution des vitesses à leur intérieur* ».

(Commissaires : MM. Resal, Maurice Lévy, Sarrau; Boussinesq, rapporteur.)

« I. Malgré les nombreuses expériences faites depuis le XVII^e siècle sur l'écoulement des veines liquides par les orifices, d'importantes circonstances de ce phénomène restaient encore ignorées, ou assez imparfaitement connues pour donner lieu aux hypothèses les plus inexactes. Ces expériences avaient porté, en effet, successivement, sur la vitesse que possède la veine après la convergence rapide de ses filets à la sortie, sur cette convergence même, constituant le phénomène de la *contraction*, enfin sur le volume fluide débité, dont on déduit, en divisant par l'aire de la section, dite *contractée*, à laquelle se termine la convergence rapide, la vitesse moyenne du fluide à travers cette section.

» Mais on n'avait jusqu'ici aucune donnée expérimentale, tant soit peu précise, sur les pressions exercées à l'intérieur de la veine, ni, par suite, sur les vitesses individuelles des filets en leurs divers points et spécialement à leur sortie, c'est-à-dire à l'endroit où ils franchissent le plan de l'orifice. Une seule chose, à cet égard, était certaine, savoir : l'augmentation de la pression le long de tout chemin allant de la superficie de la veine vers son axe, normalement aux filets fluides traversés. En effet, ceux-ci, d'abord convergents, ne peuvent se dévier comme ils le font, pour devenir sensiblement parallèles, que sous l'impulsion d'une pression en excédent exercée dans les régions centrales de la veine, au voisinage du plan de l'orifice. Mais jusqu'à quel point la pression, au centre de l'orifice, se maintient-elle ainsi supérieure à celle de l'atmosphère? Est-ce seulement d'une fraction plus ou moins grande, comme $\frac{1}{2}$ par exemple, de la charge sur le centre? Ou bien conserve-t-elle à peu près toute sa valeur hydrostatique, comme aux points intérieurs de même altitude, assez éloignés de l'orifice pour que le fluide y soit en repos? Et par suite, d'après le principe de D. Bernoulli, la vitesse du filet central, au lieu de se trouver

seulement réduite dans une proportion plus ou moins notable, est-elle très sensiblement nulle à la sortie?

» C'est malheureusement la dernière opinion, d'une simplicité séduisante, qui, malgré son apparence paradoxale, avait fini par prédominer, sur la foi d'une ingénieuse expérience de Lagerjelm, connue seulement par une citation assez vague de Poncelet et Lesbros dans leurs *Expériences hydrauliques*. Et l'introduction de cette hypothèse dans une théorie partielle de la contraction, donnée par l'un de nous en 1870, avait même entraîné une difficulté extrême, pour ne pas dire l'impossibilité, d'expliquer naturellement la constitution intérieure de la veine ([1]). Or on verra ci-après que l'expérience de Lagerjelm n'avait pas été faite d'une manière précise; car, reprise avec tout le soin et les perfectionnements désirables, elle vient d'indiquer, au centre des orifices, un abaissement de la pression, non pas nul, mais, au contraire, très marqué, et mesuré par une fraction de la charge qui varie, suivant les cas, entre deux cinquièmes et un demi environ.

» Il était donc bien désirable que des observations à la fois délicates et à grande échelle fussent entreprises pour mesurer les pressions et les vitesses, en un certain nombre de points des veines liquides issues, sous d'assez fortes charges, d'orifices soit verticaux, soit horizontaux, et de formes diverses. Le Mémoire de M. Bazin, dont nous avons à rendre compte, contient précisément l'exposé d'un grand nombre de telles observations, faites à Dijon depuis 1890 jusqu'à ces mois derniers, et qui élucident de la manière la plus heureuse le problème signalé ici.

» II. L'éminent hydraulicien s'y est servi du tube Pitot-Darcy, qu'une pratique de plus de trente ans lui a rendu familier. C'est, d'ailleurs, le plus commode de nos instruments pour la mesure des vitesses qui ne sont pas très petites, et surtout le moins perturbateur du phénomène à observer, pourvu que sa forme et ses dimensions soient assez déliées. A cet effet, M. Bazin l'a réduit, pour l'étude des veines liquides et des nappes déversantes, à une lame métallique de 3^{mm} seulement d'épaisseur, dans l'in-

---

([1]) Voir les *Comptes rendus* des 3 janvier, 31 janvier et 30 mai 1870, t. LXX, p. 33, 177 et 1279, et aussi les p. 530 à 569 de l'*Essai sur la théorie des eaux courantes* (*Savants étrangers*, t. XXIII), où le n° 210 est consacré à atténuer autant que possible les difficultés en question. Ces difficultés disparaissent d'ailleurs dès qu'on tient compte de la vitesse existant réellement au centre de l'orifice (*Comptes rendus* des 28 mars, 4 avril et 11 avril 1892; t. CXIV, p. 704, 807 et 868).

térieur de laquelle aboutissent deux tubes fins, distincts sur tout leur parcours, et débouchant, l'un, à l'extrémité amont, pour y recevoir l'impulsion vive d'un filet fluide, l'autre, très peu à côté, sur une face *plane* de la lame, pour y éprouver seulement la pression latérale ou intérieure d'un filet contigu à celui-là, et dont la déviation par l'instrument est insignifiante (sauf dans le cas de très fortes vitesses). En ayant soin, d'ailleurs, d'opérer sur des veines de grande section, issues d'orifices circulaires, carrés ou rectangles dont la moindre dimension était soit de 0^m20, soit de 0^m10, M. Bazin a pu avec la plus complète netteté évaluer les pressions et les vitesses existant dans les diverses régions.

» Pour les charges h, voisines de 1^m sur le centre des orifices, qu'il a expérimentées (ce qui était bien suffisant comparativement aux hauteurs ou diamètres des orifices), il a constaté ainsi, entre autres résultats importants, une dépression de $0{,}41\,h$, avec une vitesse corrélative de $0{,}64\sqrt{2gh}$, au centre des orifices circulaires horizontaux, tandis que la dépression et la vitesse étaient respectivement $0{,}40\,h$ et $0{,}63\sqrt{2gh}$ au centre de l'orifice circulaire vertical, $0{,}41\,h$ et $0{,}64\sqrt{2gh}$ au centre de l'orifice carré à bords verticaux et à contraction également complète sur tout le contour, enfin, $0{,}47\,h$ et $0{,}69\sqrt{2gh}$ au centre d'un orifice rectangulaire vertical à bases horizontales, de même largeur que le réservoir et se prolongeant extérieurement par deux joues, qui y supprimaient toute expansion latérale de la veine.

» Du reste, dans tous les orifices verticaux, le minimum de vitesse a lieu, non plus au centre même, mais un peu au-dessus, à cause de la pesanteur, qui renforce un peu les charges et les vitesses au-dessous du centre, les réduit un peu au-dessus, et amène ainsi une faible dissymétrie au détriment des vitesses dans la moitié supérieure.

» III. Un contrôle précieux des résultats précédents a été fourni par l'expérience même que Lagerjelm avait suggérée, et que M. Bazin a reproduite, sur ses orifices horizontaux, avec toute la précision possible. Elle consiste à plonger de haut en bas, dans le réservoir et suivant l'axe de l'orifice, un tube de verre ouvert aux deux bouts et gradué, puis à noter, pour chacune de ses positions, l'abaissement croissant qu'y éprouve le niveau intérieur quand, le tube s'enfonçant peu à peu, son extrémité inférieure approche de l'orifice, l'atteint et même finalement le dépasse. Non seulement cette dépression existe, contrairement à l'opinion géné-

rale, mais elle est, à cause de la concavité que prennent les filets sous le tube et de l'aspiration qui en résulte, supérieure à celle qu'accusaient les pressions mesurées par le tube Pitot-Darcy. Il a fallu, pour la rendre égale à celle-ci sur les axes des deux grands orifices de 20^{cm} et de 10^{cm} de diamètre, effiler à la lampe la partie inférieure du tube en verre, jusqu'à réduire son extrémité à une pointe de 1^{mm} seulement de diamètre.

» L'expérience ainsi faite avec soin explique d'ailleurs, de la manière la plus simple, l'erreur des premiers observateurs; car elle montre qu'il faut amener l'extrémité inférieure du tube fort près de l'orifice, jusqu'à une distance moindre que le diamètre et même que le rayon de celui-ci, pour commencer à constater un abaissement un peu appréciable du niveau intérieur.

» IV. Le Mémoire contient, comme on a vu par quelques détails donnés plus haut, une étude développée de l'écoulement par un orifice vertical rectangulaire, de même largeur que le réservoir et armé extérieurement de deux joues plates pour empêcher la dilatation latérale de la veine. Or ce sont, à notre connaissance, les premières observations précises qui aient été faites sur un tel cas, le plus important de tous au point de vue théorique; car il est le plus élémentaire, celui auquel l'analyse mathématique peut le plus complètement s'appliquer (1). Il se confond, en effet, très sensiblement avec celui d'un orifice rectiligne indéfini et à bords parallèles, auprès duquel les mouvements, fonctions de deux coordonnées seulement, se feraient dans les plans normaux aux bords et de la même manière dans tous. Le coefficient de débit y a été trouvé égal à 0,626, c'est-à-dire supérieur d'au moins 0,02 à sa valeur pour les orifices circulaire ou carré de même hauteur.

---

(1) Ce cas a pu être, en effet, traité complètement par Kirchhoff, dans la supposition d'une charge assez forte pour que le poids du fluide en mouvement ait son influence négligeable devant celle des pressions. Il est naturel qu'alors la contraction ne se termine qu'à l'infini, où les filets deviennent rectilignes et parallèles. Or cette hypothèse, introduite dans les formules, fait décroître la pression à la sortie, le long de l'axe, un peu plus lentement qu'il n'arrive à une veine pesante ordinaire, dont le dégagement incessant à l'aval est facilité par son poids. Aussi le calcul donne-t-il seulement $0,6479\sqrt{2gh}$ pour la vitesse au centre de l'orifice, au lieu de $0,69\sqrt{2gh}$, et $\frac{\pi}{2+\pi} = 0,6110$ pour le coefficient du débit, au lieu de 0,626.

» V. Justement préoccupé d'une anomalie signalée par Poncelet et Lesbros dans la vitesse moyenne animant, à travers sa section contractée, la veine fluide issue d'un orifice carré vertical, vitesse qui serait en excédent de quelques centièmes de sa valeur sur celle de Torricelli et obligerait d'admettre vers le centre de la section des pressions un peu moindres que celle de l'atmosphère, M. Bazin montre encore que l'anomalie en question, presque insensible quand l'orifice est circulaire et pouvant atteindre 0,02 ou 0,03 pour d'autres formes, existe réellement dans les orifices verticaux, mais qu'elle disparaît dans un orifice horizontal. Il peut donc conclure qu'elle tient à la dissymétrie introduite par la pesanteur, ou aux petites inégalités relatives de charge des divers filets; en sorte qu'elle s'évanouirait dans le cas d'assez fortes charges.

» Enfin, il détermine aussi la forme précise de l'axe des veines issues d'orifices verticaux, et reconnaît qu'il passe un peu au-dessous de la parabole que décrirait un point pesant, en vertu de la vitesse due à la charge sur le centre de l'orifice; circonstance pouvant tenir, entre autres causes, à ce que la résistance de l'air doit surtout s'exercer sur la face longitudinalement convexe de la veine et accroître sa courbure.

» VI. On voit, en résumé, que le Mémoire de M. Bazin réalise, à plusieurs égards, un progrès très marqué dans nos connaissances sur la question capitale et si difficile des veines fluides. Aussi votre Commission est-elle unanime à l'approuver et à vous demander d'en voter l'insertion dans le *Recueil des Savants étrangers*. C'est là qu'ont déjà paru, durant le second tiers du siècle, ou à très peu près, les mémorables expériences de Poncelet et Lesbros sur l'écoulement par les orifices verticaux et par les déversoirs, de Poiseuille sur l'écoulement le long des tubes capillaires, de Darcy sur le régime uniforme dans les tuyaux de conduite, de Darcy et de M. Bazin lui-même, sur les régimes tant uniformes que variés dans les canaux découverts : précieux ensemble de documents originaux, du premier ordre pour l'Hydrodynamique, que ne déparera nullement la nouvelle œuvre de M. Bazin.

» Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet une Communication de M. *Groot*, professeur de Botanique à l'Université nationale de Bogota, relative à diverses questions de Botanique.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. **C. Huc** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Étude sur le Magnétisme. Magnétisme théorique et Magnétisme vrai ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Cornu.)

M. **E. Granges** adresse une Note relative au dégagement des gaz insalubres.

(Renvoi au Concours du Prix des Arts insalubres de la fondation Montyon.)

CORRESPONDANCE.

ACOUSTIQUE. — *Transmission des sons*. Note de M. **Henri Gilbault**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note, que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 7 mai, j'indiquais une méthode pour mesurer, aux différents points qui entourent une source S, l'amplitude du mouvement des tranches d'air. J'ai fait, avec cette méthode, une série d'expériences, en me plaçant sur l'un des toits du Lycée de Toulouse, de façon à éviter les phénomènes de réflexion.

» Dans ces mesures j'ai employé : 1° comme source S un diapason et comme corps I, soumis à l'influence, un diapason de bronze : l'un et l'autre étaient situés à 50^{cm} du toit et avaient leurs branches parallèles ; 2° comme source un diapason dont l'une des branches était entourée d'un étui parfaitement clos et recouvert d'ouate, I était constitué par des membranes

de diamètres différents qu'on pouvait placer, soit dans différentes directions autour de S, soit à différentes distances dans une même direction. Cet ensemble était situé sur l'un des penchants du toit et à 2^m au-dessus de la crête. 3° Enfin S était constitué par une sphère pulsante en caoutchouc qui, dans sa vibration, restait toujours sphérique; I était, comme dans les cas précédents, constitué par des membranes.

» Quelques-uns des résultats obtenus dans ces recherches sont contenus dans le Tableau suivant :

	Amplitudes ou valeurs de y dans				
		2ᵉ expérience			
Distances x.	1ʳᵉ expérience.	latéralement.	normalement.	3ᵉ expérience.	Hyperbole.
6ᶜᵐ	152	152	316	797	1333
20	150	150	281	388	400
100	90	75	78	82	80
400	40	19	20	21	20

qui nous montre que dans les premières expériences la loi de décroissance est loin de la loi hyperbolique

$$xy = \text{const.} \tag{1}$$

» Pour les grandes distances ces divergences peuvent être attribuées à des réflexions qui se produisent à la surface du toit, ce qui m'a engagé à faire les autres recherches.

» Dans la deuxième et troisième expérience, la décroissance suit bien la loi (1) pour les grandes distances; au voisinage de la source, au contraire, il y a une région troublée présentant des écarts avec cette loi, mais pour toutes les distances le phénomène peut être représenté par l'équation

$$y = \sqrt{\frac{x^2 + d}{x^4 + dx^2 + P}}\,M. \tag{2}$$

qui, du reste, pour les valeurs un peu grandes de x, se confond avec (1).

» Ayant la loi de propagation dans toutes les directions autour d'un diapason, on peut calculer la loi de propagation moyenne et déduire de cette quantité l'amplitude absolue de la vibration de l'air. En effet, plaçons dans l'air le diapason en question dont l'amplitude est A_0, il possède l'énergie vibratoire $\frac{A_0^2 m \Pi^2}{\tau^2}$ qu'il va céder à l'air; or, lorsque son amplitude sera nulle, c'est-à-dire qu'il aura perdu cette énergie, toute l'atmosphère en-

vironnante, jusqu'à la distance L, aura un mouvement dont nous connaissons la loi :

$$y = \sqrt{\frac{x^2+d}{x^4+dx^2+P}\,\frac{PK^2A_0^2 e^{-\frac{q}{2mV}(L-x)}}{d}},$$

K étant le rapport entre l'amplitude du diapason et celle de l'air qui est à son contact. En supposant le mouvement vibratoire régulier et exempt de remous, l'énergie vibratoire de cet air sera

$$\int_0^L \frac{8\pi^3\rho PK^2A_0^2}{\tau^2 d}\,\frac{x^4+dx^2}{x^4+dx^2+P}\,e^{-\frac{q}{mV}(L-x)}\,dx,$$

qui est égale à l'énergie perdue par le diapason. De l'égalité de ces deux quantités on déduit

$$K = \sqrt{\frac{qd}{8\pi\rho PV}},$$

et dans mes expériences

$$K = 0{,}0014.$$

» Je connais donc en valeur absolue l'amplitude du mouvement des tranches d'air situées au voisinage du diapason précédent, et comme je puis mesurer l'amplitude de la vibration par influence d'une membrane placée dans cette tranche, je puis étalonner cette membrane, c'est-à-dire que, placée ensuite en un point quelconque, elle indiquera l'amplitude absolue de la vibration de ce point; elle pourra devenir un *phonomètre à indications absolues*. Mais, pour que les indications de ce phonomètre soient indiscutables, j'aurai besoin d'indiquer les lois de la réception des sons, ce que j'espère faire dans une prochaine Communication. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la valeur de l'ohm théorique*. Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« Les diverses méthodes proposées pour la détermination de l'ohm, à part la méthode d'amortissement et la méthode calorimétrique, qui présentent des difficultés spéciales, ont, après une assez longue période d'essais, fourni entre les mains d'habiles expérimentateurs, des nombres concordant au-delà du millième.

» D'après les plus récentes expériences de lord Rayleigh, de MM. Kohlrausch, Rowland, Mascart, de Nerville et Benoît, la longueur de la co-

lonne mercurielle à 0°, destinée à représenter l'ohm théorique, paraît devoir être légèrement supérieure à $106^{cm},3$.

» Ainsi que le fait remarquer M. Mascart, un certain nombre de causes d'erreur, telles que les défauts d'isolement, auraient pour effet d'affaiblir les valeurs trouvées, de sorte que les nombres les plus élevés sont aussi les plus probables.

» D'un autre côté, la méthode imaginée par M. Lippmann et appliquée sous ses yeux par M. Wuilleumier paraît à l'abri de toute critique et se recommande tout spécialement par la précision avec laquelle peuvent être effectuées les déterminations, d'ailleurs peu nombreuses, qu'elle nécessite.

» Cependant, M. Wuilleumier a obtenu le nombre 106,267, sensiblement inférieur aux précédents. Nous allons trouver l'explication de cet écart (si faible d'ailleurs que l'auteur l'a jugé insignifiant) en examinant la *correction des bouts* qui a été déterminée expérimentalement.

» La méthode consiste, comme on le sait, à produire une force électromotrice d'induction par la rotation uniforme d'un cadre dans le champ H produit au centre d'une bobine longue de 2^m et large de $0^m,30$. On équilibre cette force électromotrice au moment où elle passe par son maximum $SH\omega$, au moyen de la différence de potentiel créée par le courant inducteur I traversant une certaine résistance r ($\frac{1}{3}$ d'ohm environ); celle-ci est formée par un ruban de maillechort de section considérable et de 34^m de longueur environ.

» L'équilibre obtenu, on a

$$rI = SH\omega.$$

» Si la bobine était infiniment longue, on aurait à l'intérieur un champ uniforme $H = 4\pi n I$. On peut le représenter, en général, par $4\pi n I(1-k)$, de sorte que l'équation fondamentale devient

$$(1) \qquad r = 4\pi n S\omega(1-k).$$

» On voit aisément que, pour un point donné du champ, $k = \frac{\alpha+\alpha'}{4\pi}$, si l'on désigne par α et α' les angles solides ayant leur sommet en ce point et s'appuyant sur les deux bouts de la bobine, ou, si on le préfère, sur le bout le plus rapproché de chacune des bobines par lesquelles il faudrait prolonger la bobine réelle pour la rendre infiniment longue.

» Au centre du champ $\alpha = \alpha'$. Si l'une de ces bobines complémentaires se place successivement à des distances d_1, d_2 ..., du point considéré,

suffisamment grandes vis à vis de son diamètre, on a sensiblement $\alpha d^2 = \text{const.}$, cette relation étant d'autant plus approchée que α est plus petit. Si donc on donne successivement à d les valeurs : 1^m, 3^m, 5^m, 7^m, etc., l'angle solide α variera à peu près dans le rapport de 1 à $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{25}$, $\frac{1}{49}$, etc., ainsi que le champ moyen produit à l'intérieur du cadre tournant par cette bobine complémentaire.

» En fait, après avoir déterminé la longueur l du ruban dont la résistance r entre dans la formule (1), on transporte la bobine inductrice dans une position telle qu'elle fasse suite exactement à la première, et l'on détermine la longueur l_1 du ruban telle que la différence de potentiel créée entre ses extrémités par le courant I équilibre la force électromotrice maxima produite dans le cadre tournant par le champ de la bobine dans cette nouvelle position. En l'éloignant encore de 2^m, on obtient de même une nouvelle longueur l_2. En l'éloignant encore de 2^m, c'est-à-dire en mettant son extrémité la plus voisine à 5^m du centre du cadre tournant, on aurait une longueur l_3, et ainsi de suite; mais M. Wuilleumier n'ayant trouvé dans cette dernière position aucune force électromotrice appréciable, a *considéré la correction* l_3 *comme négligeable, ainsi que les suivantes*.

» Or, la longueur l_1 du ruban correspond à la différence des actions de la bobine complémentaire indéfinie placée successivement à 1^m puis à 3^m, c'est-à-dire à la différence des angles solides α et $\frac{\alpha}{9}$, ou enfin aux $\frac{8}{9}$ de la correction $\frac{\alpha}{4\pi}$.

» De même, et plus exactement, l_2 représente $\frac{\alpha}{4\pi}\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{25}\right)$; l_3 représenterait $\frac{\alpha}{4\pi}\left(\frac{1}{25} - \frac{1}{49}\right)$, etc.

» Or on a trouvé $l_1 = 17^{cm},6$ et $l_2 = 1^{cm},45$. On aurait dû trouver $l_3 = 0^{cm},4$. En négligeant l_3, etc., on a omis en définitive $\frac{1}{25}$ environ de la correction totale. Comme $\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{25}\right)$ de celle-ci est assez bien représenté par $1^{cm},45$, on en conclut qu'il aurait fallu ajouter aux longueurs l_1 et l_3 $0^{cm},8$ environ, soit pour la somme des corrections aux deux bouts $1^{cm},6$.

» L'erreur relative commise sur la longueur totale du ruban de maillechort, et par suite sur l'ohm, est donc $\frac{1,6}{3400}$, c'est-à-dire près de $\frac{1}{2000}$.

» *L'ohm théorique doit donc être représenté, d'après ces expériences, par une colonne de mercure à* $0°$ *de* 1^{mmq} *de section et de* $106^{cm},32$ de longueur, au lieu de $106^{cm},267$.

» Ce résultat est en parfaite coïncidence avec la moyenne des meilleures

déterminations, et l'on voit que la méthode de M. Lippmann conduit plus simplement et plus sûrement que les autres à cette conclusion : qu'il convient d'adopter la longueur $106^{cm},3$ *comme approchée à moins de* $\frac{1}{2000}$ *près par défaut.* »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le mode de transformation du travail en énergie électrique.* Note de M. **Vaschy**, présentée par M. A. Cornu.

« Suivant une loi établie par Maxwell, l'énergie électrique localisée dans l'unité de volume d'un champ électrique a pour valeur $w = \frac{h^2}{8\pi k}$, h désignant l'intensité du champ au point où l'on considère l'unité de volume, et $\frac{1}{k}$ le pouvoir inducteur du diélectrique.

» D'autre part, dans un champ électrique stable, comme ceux que l'on étudie en Électrostatique, la surface d'un conducteur électrisé est soumise, de la part du milieu environnant, à des forces ou *tensions* normales ayant la même valeur $p = \frac{h^2}{8\pi k}$ par unité de surface.

» Ceci posé, considérons un conducteur qui se déplace dans un champ électrique, passant d'un point C à la position C' pendant un temps infiniment petit. La partie antérieure de sa surface refoule le diélectrique qui perd ainsi un volume u_1; à la partie postérieure, le conducteur cède au contraire au diélectrique un volume u_2 égal à u_1.

» Dans la région u_1, un élément dS de la surface du conducteur décrit un volume égal à $d\mathrm{S}\,dn$, dn désignant la composante normale de son déplacement. La tension normale $p\,d\mathrm{S}$ exercée par le milieu diélectrique sur cet élément produit, pendant le déplacement, un travail positif égal à $p\,d\mathrm{S}\,dn$, en même temps que l'énergie $w\,d\mathrm{S}\,dn (= p\,d\mathrm{S}\,dn)$ qui se trouvait dans le volume balayé $d\mathrm{S}\,dn$ disparaît. Par conséquent, l'énergie équivalente au travail de déplacement du conducteur dans la région u_1 est fournie *sur place* par le diélectrique. En d'autres termes, *le travail effectué par le diélectrique sur le conducteur n'est autre chose que la cession à celui-ci* (sous forme d'énergie élastique ou autre) *de l'énergie électrique localisée dans le volume abandonné par le diélectrique.*

» Dans la région u_2, au contraire, le travail $-p\,d\mathrm{S}\,dn$ effectué par le milieu diélectrique est négatif, le déplacement normal dn étant en sens inverse de la tension $p\,d\mathrm{S}$. En même temps il y a création, dans le volume

$dS\,dn$ gagné sur le conducteur, d'une quantité d'énergie

$$w\,dS\,dn = p\,dS\,dn.$$

» Ainsi, dans la région u_2, ce sont les forces extérieures, égales et opposées aux forces électriques, qui produisent un travail positif, et *ce travail se transforme sur place en énergie électrique*.

» Pendant ces transformations *locales* d'énergie en travail et de travail en énergie, l'énergie électrique du reste du champ n'entre pas en jeu et demeure invariable. Toutefois la position de la surface équipotentielle du conducteur ayant varié, l'état électrique du champ primitif ne peut subsister; un nouvel état stable correspondant à la nouvelle position du conducteur tend à se produire. De là une perturbation dont l'effet est de modifier infiniment peu la répartition, mais non la somme de l'énergie électrique dans le reste du champ.

» Le seul cas où le déplacement du conducteur ne modifierait nullement l'état électrique du champ à l'extérieur du volume balayé par sa surface est celui où ce conducteur, au lieu de conserver une forme invariable, serait dilaté progressivement de telle sorte que sa surface vînt épouser successivement la forme des diverses surfaces équipotentielles du champ primitif : le travail mécanique correspondant au déplacement de la surface est exactement l'équivalent de l'énergie électrique disparue dans le volume balayé par cette surface (pour réaliser théoriquement ce cas, il faudrait imaginer le conducteur réduit à une pellicule mince extensible à volonté par des pressions convenablement appliquées sur la paroi intérieure).

» Le déplacement d'un corps diélectrique dans le champ produit une perturbation électrique plus complexe que celui d'un conducteur. Le travail produit par les forces extérieures se transforme encore *sur place* en une quantité équivalente δW d'énergie électrique; mais une partie $\delta' W$ seulement de cette énergie reste sur place, et le complément $(\delta W - \delta' W)$ est transmis de proche en proche au reste du champ. Le calcul montre en effet que, lorsque le nouvel état stable du champ correspondant à la nouvelle position du corps déplacé est atteint, l'accroissement $\delta' W$ d'énergie dans les régions U_1 et U_2 diffère en général de δW.

» De même, lorsqu'un aimant est déplacé dans un champ magnétique *créé uniquement par des aimants*, le travail des forces extérieures pendant ce déplacement est transformé *sur place* en une quantité équivalente δW d'énergie magnétique. Mais une partie $\delta' W$ seulement de celle-ci sert à accroître l'énergie locale; l'excès $(\delta W - \delta' W)$ se répartit dans le reste du

champ, comme dans le cas du déplacement d'un diélectrique. Il n'existe pas en Magnétisme un cas analogue à celui du déplacement d'un conducteur dont il a été question ci-dessus, puisque la *conductibilité magnétique* n'existe pas. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les courants alternatifs et le pont de Wheatstone.* Note de M. **H. Abraham**, présentée par M. Mascart.

« Soient $\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$ les quatre branches d'un pont de Wheatstone à téléphone, où circulent des courants sinusoïdaux de fréquence n.

» Le courant du téléphone est sinusoïdal, et le carré de l'intensité maximum a, comme on sait, pour valeur

$$(1)\quad \frac{[R_1R_4 - R_2R_3 - 4\pi^2n^2(L_1L_4 - L_2L_3)]^2 + 4\pi^2n^2(L_1R_4 + L_4R_1 - L_2R_3 - L_3R_2)^2}{\Delta},$$

où Δ est une quantité positive assez complexe qui ne peut jamais s'annuler.

» Le téléphone ne restera absolument silencieux que si l'expression précédente est nulle, ce qui exige les *deux* conditions connues

$$L_1R_4 + L_4R_1 = L_2R_3 + L_3R_2,$$
$$R_1R_4 - R_2R_3 = 4\pi^2n^2(L_1L_4 - L_2L_3).$$

» Il faut donc agir sur *deux* variables pour obtenir le silence. Si l'on n'agit que sur l'un des éléments du pont; si l'on fait varier R_4, par exemple, on n'arrive pas, en général, à l'extinction, mais le son passe par un minimum d'intensité.

» Toutefois, si les conditions d'équilibre sont *à peu près* réalisées, ce minimum est à la fois très faible et très net, et il correspond à une équation qu'il est facile d'obtenir.

» Puisque le numérateur de (1) est presque nul, le minimum cherché se produit presque exactement en même temps que le minimum du numérateur. En annulant la dérivée par rapport à la variable R_4, nous obtenons la condition générale

$$R_1[R_1R_4 - R_2R_3 - 4\pi^2n^2(L_1L_4 - L_2L_3)]$$
$$+ 4\pi^2n^2L_1(L_1R_4 + L_4R_1 - L_2R_3 - L_3R_2) = 0.$$

» Toutes ces formules se simplifient lorsque le coefficient d'induction L_1 est nul.

» Faisant $L_1 = 0$ dans les conditions d'équilibre, nous trouvons

$$L_4 R_1 = L_2 R_1 + L_3 R_2, \tag{2}$$

$$R_2 R_3 - R_1 R_4 = 4\pi^2 n^2 L_2 L_3, \tag{3}$$

tandis que la condition de minimum devient

$$R_2 R_3 - R_1 R_4 = 4\pi^2 n^2 L_2 L_3. \tag{4}$$

Nous pouvons alors constater que la variable R_4 n'entre pas dans l'équation (2), et que les équations (3) et (4) sont identiques.

» Ceci nous montre, en premier lieu, que l'une des conditions d'équilibre (2) peut être réalisée *par un réglage préalable* qui demeure inaltéré lorsqu'on modifie la résistance variable R_4.

» En second lieu, nous voyons qu'il est inutile de satisfaire exactement à cette équation (2). Que le réglage préalable soit parfait ou seulement approché, c'est, en effet, la même équation qui correspond soit à l'extinction, soit au minimum de son dans le téléphone.

» Cette équation (3 ou 4) peut se mettre sous la forme

$$r = \frac{4\pi^2 L_2 L_3}{R_1} n^2,$$

en désignant par r la résistance qu'il faudrait ajouter à R_4 pour rétablir l'équilibre en courants continus.

» Si donc, *le réglage préalable* est réalisé, ou à peu près, l'équilibre en courants alternatifs diffère de l'équilibre en courants continus *par un déréglage r proportionnel au carré de la fréquence*. Si d'ailleurs les éléments du pont sont connus, *la mesure du déréglage permet de calculer la fréquence des alternances*.

» Je me suis proposé, en particulier, de contrôler expérimentalement ces deux propositions pour des fréquences élevées.

» L'alternateur dont je me sers fournit jusqu'à 6000 alternances par seconde. Devant un aimant de téléphone Ader garni de ses bobines, défilent très rapidement des petits barreaux de fer dont le passage induit une force électromotrice périodique dans les bobines fixes. Les barreaux, au nombre de 40, sont fixés par leurs extrémités sur les circonférences de deux roues parallèles calées sur le même axe. Cette sorte de cage cylindrique, grande de quelques centimètres, peut tourner à raison de 150 tours par seconde.

La vitesse de rotation est réglée et mesurée avec précision par les procédés stroboscopiques ordinaires.

» L'ensemble des expériences m'a montré que les courants obtenus sont presque dépourvus d'harmoniques supérieurs. Ils sont, du reste, assez intenses pour exciter, dans un téléphone récepteur, un son qui se fait entendre à plusieurs mètres de distance.

» Nous donnerons les résultats d'une série de mesures pour lesquelles on avait fait $R_1 = 140^{\text{ohms}},6$; $L_2 = L_3 = 0^{\text{henry}},00908$. On devait avoir

$$n = 20,78\sqrt{r}.$$

Or voici les valeurs ainsi calculées pour n en regard du nombre réel des alternances

n vrai.	n calculé.
6000	5992
5250	5248
4500	4504
3000	3008

» La précision de ces mesures est, comme on le voit, nettement supérieure au centième.

» J'ajouterai que pour obtenir de bons résultats, il est nécessaire de s'affranchir des *capacités* parasites, en sorte que l'on ne doit jamais employer de longs enroulements de fil fin, ni comme bobines d'induction, ni comme résistances sans induction ([1]). »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Skiascope-optomètre.* Note de M. **H. Sureau**, présentée par M. H. Becquerel.

« Quand, placé à 1^m d'un sujet, on projette dans l'œil de ce sujet un faisceau de rayons lumineux, à l'aide d'un miroir concave ([2]), auquel on imprime un léger mouvement de rotation, on constate que :

» I. Toute la pupille s'éclaire d'*emblée* ou seulement d'une *façon progressive;*

([1]) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

([2]) On peut se servir aussi d'un miroir plan ou convexe, mais on devra se rappeler que, dans ces cas, les résultats sont inverses de ceux que l'on obtient avec un miroir concave.

» II. Que, dans ce dernier cas, la zone d'éclairage pupillaire se meut : 1° tantôt du côté d'où vient la lumière, 2° tantôt du côté opposé; en d'autres termes, qu'elle se meut dans le même sens que le miroir ou en sens inverse.

» De ces données, on conclut que l'œil est :

» I. Myope d'une dioptrie;

» II. 1° Myope de plus d'une dioptrie; 2° emmétrope ou hypermétrope.

» Cette manière de déterminer le *genre* de la réfraction oculaire constitue la méthode dite de la *Skiascopie* (σκιὰ σκοπέω, j'examine les ombres).

» La *mesure* de cette réfraction sera donnée par le numéro de la lentille, concave, convexe ou cylindrique, qu'il faudra placer devant l'œil, pour arriver à l'éclairage total de la pupille.

» Ce résultat peut être obtenu au moyen des lentilles contenues dans la boîte aux verres d'essai des oculistes. Mais ce procédé est aussi ennuyeux que long, tant pour l'observateur que pour l'observé.

» Le *skiascope-optomètre* (σκιὰ σκοπέω; ὀπτὸς μετρέω, je mesure la vision en examinant les ombres) que j'ai fait construire et que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences, est destiné à rendre extrêmement facile aux médecins qui s'occupent d'ophtalmologie, la détermination de la réfraction oculaire par le jeu de lumière et d'ombre qui se produit dans l'œil quand on y projette un faisceau de lumière.

» Cet appareil, dont la longueur est de $1^m,07$, se compose essentiellement de deux parties : 1° un optomètre; 2° un mécanisme pour faire mouvoir à distance cet optomètre.

» L'*optomètre* est lui-même formé de trois roues verticales juxtaposées, mobiles autour d'un axe horizontal antéro-postérieur, sur lesquelles sont montées toutes les séries de verres dont on peut avoir besoin.

» Le *mécanisme* comprend : 1° des *boutons moteurs* qui font tourner les roues de l'optomètre au moyen de leviers et de roues d'angle et, par suite, font passer devant l'œil du malade les verres nécessaires pour obtenir l'éclairage total de la pupille; 2° des *cadrans*, qui enregistrent au fur et à mesure les résultats.

» Au moment de l'examen, le sujet, placé à côté et en avant d'une source de lumière, dispose l'œil en arrière et près de l'optomètre, au niveau d'un orifice sans verres, correspondant au zéro.

» L'observateur se met en face du sujet, à l'autre extrémité de l'appareil, à portée du mécanisme et, examinant le jeu de lumière et d'ombre qui se produit dans l'œil de l'observé sous les rayons lumineux ophtal-

moscopiques, il fait tourner d'une main, l'autre tenant l'ophtalmoscope, à l'aide des boutons et selon les besoins, les roues de l'optomètre, de façon à faire passer devant l'œil, jusqu'à éclairage total de la pupille, les verres concaves en cas de myopie, les verres convexes en cas d'hypermétropie et les cylindres en cas d'astigmatisme.

» L'éclairage total de la pupille étant obtenu, l'observateur peut alors, après un examen aussi rapide que précis, prescrire, sans erreur possible, les lunettes qui conviennent au sujet examiné : il lui suffit de copier les chiffres qui ont été enregistrés sur les cadrans. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouvelles recherches sur les boracites chlorées*. Note de MM. G. **Rousseau** et H. **Allaire**, présentée par M. Troost.

« La boracite constitue, comme nous l'avons montré précédemment, un véritable type chimique dans lequel on peut remplacer le magnésium par divers métaux et substituer au chlore, le brome, l'iode ou le fluor ([1]). Nous publions aujourd'hui le résultat de nos recherches sur les boracites chlorées de la série magnésienne. Ces composés ont été obtenus par la méthode qui nous avait déjà permis de préparer une chloroboracite de fer, et qui consiste à faire réagir les chlorures métalliques en vapeur sur la boronatrocalcite.

» Les produits formés dans cette réaction renferment tous de 0,8 à 1,2 pour 100 de calcium isomorphiquement substitué au métal de la boracite. Afin d'obtenir des composés plus purs, nous avons essayé d'employer du borax à la place de la boronatrocalcite. Cette modification de notre procédé n'a donné de résultats satisfaisants qu'avec le chlorure de zinc. Nous avons alors eu recours aux deux méthodes, l'une par la voie sèche, l'autre par la voie humide, à l'aide desquelles Heintz, puis M. de Gramont ont réussi à reproduire la boracite naturelle. Mais ces tentatives ont constamment échoué, sauf dans le cas de la boracite de zinc.

» Nous n'avons pas été plus heureux dans une série de nouveaux essais où nous cherchions à faire réagir les vapeurs des chlorures métalliques sur les borates correspondants. Cet insuccès nous a conduits à penser que l'efficacité spéciale de la boronatrocalcite est due au borate de sodium qu'elle renferme; celui-ci donnant naissance par double décomposition à

([1]) *Comptes rendus*, 23 mai et 19 juin 1893.

du chlorure de sodium qui agit comme minéralisateur. Nous avons contrôlé cette hypothèse en constatant que les chlorures métalliques en vapeurs ne donnent pas de produits cristallisés quand on les fait passer au rouge soit sur le borate de chaux pur, soit sur la boronatrocalcite préalablement dépouillée de borate sodique par des lavages prolongés.

» Les diverses boracites substituées que nous allons décrire cristallisent en cubes, en tétraèdres ou en dodécaèdres. Elles appartiennent à la symétrie pseudo-cubique et agissent sur la lumière polarisée. M. Fouqué, qui a bien voulu en examiner quelques échantillons, a constaté, d'après leurs propriétés optiques, que ces cristaux sont formés par des agrégats identiques à ceux de la boracite naturelle. L'examen des plaques minces permettra de pousser plus loin l'étude de ce groupement.

» *Boracite de zinc* $6ZnO, 8Bo^2O^3, ZnCl^2$ (1). — On l'obtient par trois procédés distincts.

» 1° On fait passer des vapeurs de chlorure de zinc sur du borax maintenu au rouge sombre dans un tube de verre à une température inférieure à celle de sa fusion. Les cristaux de boracite sont mieux définis quand, dans cette expérience, on remplace le borax par la boronatrocalcite, mais ils retiennent alors une faible proportion de calcium isomorphiquement combiné;

» 2° Après avoir amené à fusion, dans un creuset de platine, un mélange équimoléculaire de zinc et de chlorure de sodium, on y ajoute de l'acide borique et un fragment de borax; puis on abandonne la masse à un refroidissement lent;

» 3° On chauffe en tubes scellés une dissolution concentrée de chlorure de zinc. Après deux jours de chauffe au voisinage de 300° on parvient à séparer quelques tétraèdres de boracite du magma de borate amorphe. Le rendement est peu avantageux.

» La boracite de zinc cristallise en tétraèdres et en dodécaèdres rhomboïdaux, incolores, d'une densité égale à 3,48. Elle se distingue par sa stabilité et la facilité avec laquelle elle prend naissance dans des conditions variées.

» *Boracite de cadmium* $6CdO, 8Bo^2O^3, CdCl^2$. — Pour ce composé ainsi que pour les suivants, la boracite magnésienne exceptée, nous avons dû, par suite de la faible volatilité des chlorures correspondants, recourir à un artifice que nous avions déjà employé pour la préparation de la boracite de fer.

» On dispose dans un tube horizontal en verre de Bohême un mélange intime de

(1) Calculé : $ZnCl^2$, 11,51; ZnO, 41,11; trouvé : $ZnCl^2$, 12,37, 12,25; ZnO, 40,61, 40,56.

boronatrocalcite et de métal en fils ou en menus fragments, puis on dirige dans le tube porté au rouge un courant de chlore sec. Après refroidissement on reprend la masse par l'eau. Les cristaux de boracite étant souvent mêlés à des borates amorphes ou cristallisés on les purifie pour l'analyse en les laissant digérer à froid avec de l'acide chlorhydrique concentré.

» La boracite de cadmium est en cristaux incolores; leur forme dominante est le cube, mais on y rencontre aussi des tétraèdres et des cuboctaèdres.

» *Boracite de nickel :* $6NiO, 8Bo^2O^3, NiCl^2$. — Elle se forme dans les mêmes conditions que le sel précédent. Tétraèdres et dodécaèdres de couleur jaune.

» *Boracite de cobalt :* $6CoO, 8Bo^2O^3, CoCl^2$. — On l'obtient comme les précédentes. Tétraèdres et cubes, violets par réflexion, verts par transparence.

» *Boracite de manganèse :* $6MnO, 8Bo^2O^3, MnCl^2$. — Préparé par l'action du chlore sur le mélange de boronatrocalcite et de carbure de manganèse, ce composé est souillé par des quantités notables d'oxyde et d'oxychlorure de manganèse, et par du charbon. On dissout l'oxyde et l'oxychlorure par un traitement à l'acide chlorhydrique fumant, puis on élimine le charbon par différence de densité à l'aide du bromoforme ou de l'iodure de méthylène. Ainsi purifiée, la boracite de manganèse se présente sous la forme de cristaux blancs, cubiques.

» *Boracite magnésienne.* — La méthode générale que nous avons appliquée avec succès à la préparation des diverses boracites substituées donne des résultats moins satisfaisants quand on l'emploie à la reproduction de la boracite naturelle. On obtient difficilement ainsi des cristaux définis et d'une composition constante, résultat qui paraît dû à la volatilité insuffisante du chlorure de magnésium et au peu de stabilité du chloroborate de magnésium. Nous continuons nos recherches en vue d'obtenir un rendement plus régulier dans nos essais de synthèse de cette espèce minérale.

» Nous publierons prochainement un travail d'ensemble sur les boracites bromées qui forment une série parallèle à celle des boracites chlorées que nous venons de décrire. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le rôle des transformations du fer et du carbone dans le phénomène de la trempe.* Note de M. **Georges Charpy**, présentée par M. Henri Moissan.

« Le durcissement de l'acier par la trempe a reçu successivement un grand nombre d'explications différentes sur lesquelles l'accord n'a pas été fait. Récemment, M. Osmond a émis l'hypothèse que ce phénomène était dû simplement à une transformation allotropique du fer, le carbone n'intervenant que pour faciliter cette transformation. Cette hypothèse a été combattue par plusieurs métallurgistes, notamment MM. Howe, Hadfield, Arnold, etc., dont nous ne pouvons rappeler ici les arguments.

» En abordant l'étude de cette question, je me suis proposé de rechercher des moyens de caractériser facilement les transformations produites par la trempe et de les comparer à une série d'essais mécaniques sur des métaux diversement trempés.

» Une série d'expériences décrites dans des Notes présentées à l'Académie les 11 décembre 1893, 19 février et 16 avril 1894, m'ont conduit à conclure qu'il se produisait bien, lors de la trempe, une transformation allotropique du fer, facile à caractériser par la présence ou l'absence d'un palier rectiligne dans la courbe de traction. D'autre part, on sait depuis longtemps qu'il se produit une transformation du carbone, caractérisée, entre autres faits, par une diminution d'intensité de la coloration obtenue en dissolvant l'acier dans l'acide azotique; d'après cela, la méthode colorimétrique d'Eggertz pour le dosage du carbone indiquera une teneur trop faible pour les aciers trempés. J'ai vérifié la constance de ce fait par une longue série d'expériences, et constaté que la teneur indiquée par la méthode Eggertz est d'autant plus faible que l'on a obtenu une trempe plus dure.

» On a ainsi deux transformations nettement définies dont on peut chercher à apprécier l'importance relative, tout en admettant qu'il puisse s'en produire d'autres non encore définies.

» Pour obtenir ce résultat, il faudrait étudier des aciers sur lesquels on aurait produit une seule de ces transformations; ce résultat est difficile à obtenir. En effet, pour les aciers durs, les deux transformations se produisent à des températures presque identiques, et, pour les aciers doux, la méthode d'Eggertz devient très incertaine. On peut cependant obtenir

une indication en comparant les résultats obtenus, par divers procédés de trempe, sur un même acier.

» Le Tableau suivant résume les résultats d'une série d'essais effectués sur des barreaux prélevés dans un lingot d'acier Martin de très bonne qualité contenant 0,71 pour 100 de carbone. Chaque barreau a été essayé après trempe; on a relevé la longueur du palier rectiligne caractéristique de la transformation du fer, la charge de rupture et l'allongement après rupture; ces deux dernières grandeurs permettent de caractériser le degré de trempe. On a cherché également la teneur en carbone par la méthode Eggertz en prenant comme type le même acier soigneusement recuit.

Numéros des barreaux.	Charge de rupture en k^os par mm².	Allongement pour 100 après rupture.	Longueur du palier rectiligne.	Teneur en carbone, méth. Eggertz.	Traitement subi par le métal. Bain de trempe.	Conditions de chauffe.
			cm			
1	70,2	17,0	2,2	0,71	Eau bouillante.	5' à 720°
2	70,6	20,2	1,9	0,71	Huile froide.	30 à 700
3	70,6	17,8	2,2	0,71	»	60 à 700
4	71,9	20,0	2,0	0,71	»	30 à 700
5	73,8	19,3	1,7	0,71	»	5 à 700
6	74,0	18,7	2,0	0,71	»	30 à 700
7	74,9	22,6	1,0	0,71	»	5 à 700
8	76,0	17,5	2,0	0,71	Eau bouillante.	30 à 700
9	76,0	17,7	1,7	0,71	Huile froide.	5 à 720
10	76,4	18,3	0,7	0,71	Eau bouillante.	5 à 700
11	77,0	18,0	2,0	0,71	»	5 à 700
12	81,3	13,0	1,2	0,67	»	5 à 750
13	81,3	13,5	1,3	0,67	»	30 à 750
14	86,4	8,3	0	0,56	Huile froide.	5 à 740
15	90,3	11,5	0,5	0,58	»	30 à 720
16	96,7	8,5	0	0,55	Eau bouillante.	5 à 800
17 (1)	98,4	0,7	0	0,46	Huile froide.	5 à 800
18	108,1	8,9	0	0,55	»	5 à 750
19	108,1	8,0	0	0,55	»	30 à 750
20	108,9	7,5	0	0,45	»	5 à 920
21	114,3	9,8	0	0,45	»	5 à 780
22	117,2	7,6	0	0,45	»	5 à 825
23	118,0	2,8	0	0,45	»	5 à 1050
24	126,1	0,4	0	0,40	Eau froide.	5 à 850

» En examinant les chiffres contenus dans ce Tableau on voit que, pour tous les barreaux chauffés au-dessous de 750°, le carbone n'a pas subi de

(1) Cassé sur un défaut du métal.

transformation. Le fer a été partiellement transformé dans quelques-uns, mais il n'apparaît aucune relation entre cette transformation et la variation de la charge de rupture. Les différences dans la résistance du barreau sont probablement dues à la modification de la structure mécanique, du *grain* du métal, qui apparaît sur la cassure.

» Dans les aciers trempés après chauffage, à une température supérieure à 740°, le fer et le carbone se transforment simultanément, mais le fer est complètement transformé dans tous les barreaux qui ont une charge de rupture supérieure à 82^{kg}. (Le barreau n° 15 présente une anomalie à tous les points de vue.) La proportion de carbone transformé va en diminuant d'une façon continue pendant que la charge de rupture s'élève et que l'allongement diminue.

» Il faut remarquer d'ailleurs que les barreaux pour lesquels la charge de rupture est inférieure à 90^{kg} sont facilement attaquables à la lime ou à l'outil; ils ne sont pas trempés à proprement parler. La trempe dure n'apparaît que pour les charges très élevées, et la seule différence entre ces barreaux et les précédents consiste en une diminution de la teneur apparente du carbone.

» Je crois pouvoir déduire de ces résultats les conclusions suivantes :

» La trempe produit, *entre autres modifications*, une transformation du fer (caractérisée par l'essai de traction) et une transformation du carbone (caractérisée par l'essai Eggertz). La première modification paraît n'avoir qu'une influence très faible sur la charge de rupture, tandis que la transformation du carbone semble corrélative de l'augmentation de dureté. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un bromhydrate de bromure cuivrique et sur un bromure rouge de cuivre et de potassium.* Note de M. **Paul Sabatier.**

« I. Ainsi que je l'ai fait connaître [1], les solutions aqueuses de bromure cuivrique, bleues quand elles sont très étendues, sont vertes, puis rouge-brun, à mesure qu'elles s'enrichissent en bromure. D'autre part l'alcool absolu (rectifié sur la baryte anhydre) dissout le bromure noir anhydre en un liquide rouge-jaunâtre, ayant un spectre d'absorption semblable à celui des solutions aqueuses saturées.

---

[1] *Comptes rendus*, p. 980, 1042 et 1144; 1894.

» Au contraire, les dissolutions de bromure cuivrique dans l'acide bromhydrique concentré *bien incolore* ont une coloration pourpre très intense. Avec une dose de bromure un peu grande, la liqueur est à peu près opaque : l'addition d'eau affaiblit la teinte qui passe au brun, puis au verdâtre. Mais, si la dilution n'a pas été poussée trop loin, la chaleur rétablit une couleur violacée plus ou moins pure.

» Une solution bromhydrique, très pauvre en cuivre, a une teinte lilas, qui disparaît par la dilution et par la chaleur.

» On obtient des liqueurs pourpres, comparables aux solutions bromhydriques, en mélangeant à une dissolution aqueuse brune de bromure cuivrique des solutions concentrées de bromure de potassium, de calcium, de sodium, surtout de lithium ([1]).

» Les liquides très foncés ainsi préparés ont une teinte pourpre et leurs spectres d'absorption révèlent dans le violet un maximum de transmission comme les solutions bromhydriques. Cette forte coloration ne résiste pas à une dilution assez faible.

» II. A quelle cause doit-on rapporter ces variations de teinte ([2])?

» Une première opinion est que l'acide bromhydrique concentré, ou les solutions concentrées de bromure alcalin, interviennent seulement comme déshydratants, la vraie couleur du sel, noir par réflexion dans l'état solide, étant pourpre. Les solutions aqueuses concentrées devraient leur couleur brune au mélange de l'hydrate vert foncé avec le sel anhydre pourpre.

» Les solutions rouge-jaunâtre dans l'alcool absolu s'expliqueraient d'une manière analogue : des traces d'eau pouvant donner de l'hydrate vert et corriger ainsi la coloration pourpre du bromure anhydre.

» Cette manière de voir ne peut être adoptée, car :

» 1° La coloration pourpre est encore très intense dans l'acide bromhydrique distillé contenant $HCl, 5H^2O$; bien plus, elle se manifeste *très pure,* quoique affaiblie, dans des acides renfermant $12H^2O$ ou $13H^2O$, et dont l'aptitude déshydratante ne saurait être invoquée ([3]).

([1]) Le bromure de baryum ne donne aucun changement de teinte.

([2]) On ne peut s'empêcher de les comparer à celles que donne le chlorure de cobalt, rose en solution aqueuse diluée ou froide, bleu en solution concentrée ou chaude, et également en solution alcoolique ou chlorhydrique. La diversité des colorations y affecte, comme on le voit, des règles bien différentes.

([3]) A chaud, on peut la manifester pour de faibles doses de cuivre dans un acide contenant $HCl, 22H^2O$.

» D'ailleurs, si la coloration était due à la déshydratation, on ne pourrait s'expliquer pourquoi un acide concentré, coloré à froid en lilas par une trace de cuivre, se décolore à 100°, puis reprend sa couleur par refroidissement.

» 2° Les dissolutions de bromure anhydre dans l'alcool absolu ont un spectre d'absorption indépendant de la richesse en bromure. En outre, l'hydrate vert possède à froid une tension d'efflorescence notable et sa conservation dans un excès d'alcool absolu est peu vraisemblable. D'ailleurs les solutions alcooliques chauffées à l'ébullition deviennent un peu plus opaques, mais sans modifier leur teinte, qui demeure rouge-jaunâtre, sans mélange de ton violacé.

» 3° Les mélanges pourpres des bromures de cuivre et de sodium, soumis à la cristallisation, peuvent fournir un dépôt abondant de cristaux verts $CuBr^2, 4H^2O$.

» Ces raisons m'amènent à conclure que le rouge-brun est bien la couleur du sel anhydre, et que les solutions pourpres doivent leur teinte tantôt à un bromhydrate de bromure cuivrique, stable en présence de l'hydrate bromhydrique à $4H^2O$, tantôt à un bromure double formé en liqueur concentrée avec les bromures alcalins ou alcalino-terreux. Du reste, de tels composés existent, comme on le verra plus loin.

» L'histoire du chlorure cuivrique fournit d'ailleurs des analogies utiles : on sait que le chlorure anhydre est brun-marron et peut fournir avec l'acide chlorhydrique des chlorhydrates cristallisés rouge-vif (Engel, Sabatier). En outre, des sels doubles rouges de potassium et de lithium ont été décrits par M. Meyerhoffer et par M. Chassevant.

» III. *Bromhydrate cuivrique.* — Du gaz bromhydrique sec arrivant dans une solution concentrée de bromure cuivrique y précipite d'abord des cristaux noirs de sel anhydre : la solubilité de celui-ci diminue beaucoup, mais paraît ensuite se relever, quand la liqueur devient pourpre et fumante [1]. Ce liquide, refroidi, abandonne le bromhydrate en cristaux noirs chatoyants qui sont rapidement séparés de l'eau mère et mis à égoutter sur des plaques poreuses, sous une petite cloche. Ils sont fort instables, et tendent à se dédoubler en bromure anhydre baigné de liquide pourpre, avec dégagement de fumées d'acide bromhydrique, qui rendent leur extraction pénible.

» L'analyse conduit assez exactement à la formule $3CuBr^2, 2HBr, 6H^2O$; toutefois, l'instabilité du corps, toujours partiellement dissocié, nous conduit à lui attribuer la formule $CuBr^2, HBr, 2H^2O$.

---

(1) Elle demeure néanmoins bien inférieure à la solubilité primitive dans l'eau pure : une de ces liqueurs contenait, vers 10° seulement, 154gr de bromure anhydre par litre.

» Par l'étude comparée des chlorhydrates de chlorures, M. Engel avait conclu que l'acide chlorhydrique se fixe sous forme d'hydrate $HCl, 2H^2O$ sur le sel anhydre ou sur ses hydrates inférieurs. Il en serait de même ici, le bromhydrate étant constitué par l'addition au bromure anhydre des éléments de l'hydrate $HBr, 2H^2O$.

» IV. *Bromure double rouge.* — Je n'ai pu obtenir de sels doubles en laissant refroidir le mélange à molécules égales des solutions concentrées des deux bromures [1]. De même en soumettant ce mélange à une évaporation lente, on obtient le plus souvent les constituants simples, le bromure cuivrique se déposant en aiguilles vertes hydratées, ou en cristaux noirs anhydres.

» Cependant j'ai pu isoler ainsi le bromure double de cuivre et potassium en belles lames rhombiques, déliquescentes, très opaques, et paraissant noires, mais rouges sous une faible épaisseur. Elles semblent clinorhombiques, et présentent les faces p, h^1, g^1; l'angle $p : h^1$ est voisin de 65°. Ce composé est anhydre et correspond à la formule $CuBr^2, KBr$.

» Les cristaux chauffés dégagent le tiers du brome et fondent en un liquide noir très fluide, qui se solidifie en un verre grisâtre, que l'eau dédouble en bromure cuivreux insoluble et bromure de potassium. Par sa composition, ce sel correspond au chlorure double de M. Meyerhoffer, mais il en diffère par les conditions de formation. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la séparation analytique du chlore et du brome.* Note de M. **R. Engel**, présentée par M. Friedel.

« On n'a pu jusqu'ici séparer analytiquement le chlore et le brome par voie de précipitation; on ne connaît d'autre part aucun corps qui, dans un mélange de chlorure et de bromure, mette exclusivement en liberté l'un des métalloïdes, de manière que la séparation puisse être effectuée par dissolution ou par distillation.

» Les difficultés que l'on rencontre pour mettre le brome en liberté à l'exclusion du chlore, dans un mélange de chlorures et de bromures alcalins, par l'action des oxydants, s'expliquent par ce fait que la chaleur de formation de l'acide bromhydrique à l'état dissous (29,5) est comprise

(1) Bromure cuivrique et bromures de potassium, sodium, lithium, calcium ou baryum.

entre les chaleurs de formation de l'acide chlorhydrique anhydre (22) et de cet acide à l'état dissous (39,3) et que les solutions d'acide chlorhydrique renferment à partir d'une certaine concentration variable avec la température, de l'acide à l'état anhydre.

» J'ai pu réaliser la séparation du chlore et du brome, d'une manière complète, par l'action du persulfate d'ammoniaque. Ce corps, découvert par M. Berthelot et livré aujourd'hui par le commerce dans un grand état de pureté, décompose les bromures avec mise en liberté de brome, sans agir sur les chlorures, pourvu que la dilution soit suffisante.

» La séparation s'effectue dans les conditions suivantes. On dissout de 1^{gr} à 2^{gr} du mélange de chlorure et de bromure alcalin dans 150^{cc} à 200^{cc} d'eau et l'on ajoute à la solution 3^{gr} à 5^{gr} de persulfate d'ammoniaque. On chauffe à 70° ou 80° et l'on fait passer dans le liquide un courant d'air qui entraîne tout le brome. L'opération dure environ une heure. La séparation est théorique.

» On recueille le brome dans une solution diluée d'acide sulfureux et on le dose, soit à l'état de bromure d'argent, soit, après destruction de l'excès d'acide sulfureux et neutralisation de la liqueur, par l'azotate d'argent titré et le chromate de potassium comme indicateur.

» Il vaut mieux recueillir le brome dans l'acide sulfureux que dans une dissolution d'iodure de potassium parce que la décomposition du persulfate d'ammoniaque par la chaleur dégage de l'oxygène contenant des traces d'ozone ou, peut-être, d'anhydride persulfurique, suivant M. Berthelot, qui réagissent sur l'iodure de potassium. La quantité d'iode mise en liberté, sous cette influence, peut atteindre $0^{gr},006$ à $0^{gr},007$ dans l'espace d'une heure.

» Lorsqu'on fait agir, dans les conditions indiquées ci-dessus, le persulfate d'ammoniaque sur du chlorure de sodium pur du commerce et qu'on dirige le courant d'air qui traverse la solution dans des flacons laveurs contenant de l'azotate d'argent, on observe, après un quart d'heure environ, un léger trouble de l'azotate d'argent. Ce trouble, comparé à celui que produit dans le même volume d'azotate d'argent le chlorure de sodium, correspond à quelques centièmes de milligramme de ce sel; je ne crois pas qu'il corresponde à un dixième de milligramme dans les conditions de l'expérience.

» Je n'ai pu encore déterminer si ce trouble est dû à des traces de brome contenu dans le chlorure, à de l'acide chlorhydrique, à du chlore ou à un mélange de ces corps. L'identification de ces corps, en si faible

quantité, et en présence d'ozone ou d'anhydride persulfurique, présente les plus grandes difficultés; j'espère pourtant y arriver à l'aide des réactions si sensibles découvertes récemment par M. Villiers. Quoi qu'il en soit, ce phénomène n'a aucune espèce d'influence sur la séparation et le dosage du brome et du chlore.

» Le persulfate d'ammoniaque peut également servir à séparer l'iode des iodures en présence des chlorures et des bromures. A froid et en présence d'acétate de sodium, tout l'iode des iodures est précipité par le persulfate, sans mise en liberté de la moindre trace de brome ou de chlore. Mais l'iode ne peut être séparé par la chaleur; il se forme, en effet, à chaud, une certaine quantité d'acide iodique. On opère donc à froid, on sépare l'iode à l'aide du sulfure de carbone et l'on titre avec l'hyposulfite de sodium.

» Les résultats des expériences faites sur cette séparation du brome et du chlore seront exposés, en détail, dans un Mémoire d'ensemble. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la recherche de l'acide bromhydrique.* Note de MM. **A. Villiers** et **M. Fayolle**, présentée par M. Henri Moissan.

« La recherche qualitative de l'acide bromhydrique en présence de l'acide iodhydrique peut se faire assez facilement, lorsque la proportion du premier est assez grande, en employant le procédé bien connu fondé sur l'action du chlore sur ces deux hydracides, en présence du sulfure de carbone qui se colore successivement en violet, puis en brun, par suite de la dissolution dans ce liquide de l'iode et du brome mis en liberté, l'eau de chlore étant ajoutée goutte à goutte avec précaution, en agitant fortement après chaque addition, de manière à éviter l'action d'un excès de chlore sur l'iode et sur le brome avec production de composés incolores.

» Mais ce procédé ne donne plus que de mauvais résultats, lorsque la proportion du brome par rapport à l'iode diminue au-dessous d'une certaine limite.

» En l'absence du brome, la coloration violette qui se produit avec les traces les plus faibles d'iode devient de plus en plus intense, jusqu'à ce que la totalité de l'iode soit mise en liberté; puis, elle s'éclaircit et repasse exactement par les teintes primitives, en restant toujours nettement violette. Il n'en est pas ainsi en présence du brome. La mise en liberté des premières portions d'iode donne encore une coloration franchement violette;

mais, dans la seconde partie de l'opération, et lorsqu'il reste encore de l'acide iodhydrique ou des iodures en présence de l'acide bromhydrique ou des bromures, une partie du brome est mise en liberté en même temps que l'iode. Quand on agite le tout, le brome ne déplace pas l'iode de l'acide iodhydrique restant, du moins d'une manière nette et complètement, et l'on ne repasse pas par les teintes violettes observées au début et de plus en plus atténuées, mais une partie du brome se combine avec l'iode déjà mis en liberté, en formant un bromure d'iode brun, doué d'une assez grande stabilité, de sorte que la coloration violette ne disparaît pas nettement, pour être ensuite remplacée par la coloration brune due à la dissolution ultérieure du brome dans le sulfure de carbone, mais elle passe progressivement du violet au brun violet, puis au brun. C'est pourquoi plusieurs auteurs, après avoir cru pouvoir se fonder sur l'action du chlore sur les hydracides, pour doser l'iode en présence du brome, d'après le volume d'eau de chlore nécessaire pour faire disparaître la coloration violette caractéristique de l'iode, ont fini par renoncer à ce procédé, ou ne l'ont donné que comme approximatif. On n'obtient, en effet, que de très mauvais résultats.

» La même raison s'oppose à l'emploi de cette méthode, même au point de vue qualitatif, lorsqu'il s'agit de la recherche de petites quantités de brome, en présence de proportions assez grandes d'iode. La coloration brune que l'on peut obtenir après la coloration violette, et qui permet de caractériser d'une manière suffisante le brome, lorsque ce dernier est en proportions considérables, ne peut plus être constatée nettement, lorsque le poids du brome est inférieur au dixième de celui de l'iode en présence.

» En l'absence de l'iode, la coloration jaune du sulfure de carbone est déjà très nette avec 1^{mgr} de brome. Il est facile d'obtenir cette coloration avec un mélange d'iodure et de bromure contenant 1^{mgr} de brome en présence d'une quantité quelconque d'iodure, c'est-à-dire de caractériser nettement la présence du brome, lorsque la proportion de ce dernier n'est égale qu'à un millième, et même moins, par rapport à l'iode. Il suffit d'éliminer complètement l'iode au préalable.

» Nous avons, dans ce but, essayé l'action des divers réactifs déjà proposés. L'acide azotique, l'acide azoteux ne nous ont donné que des résultats peu exacts. L'emploi de ces réactifs détermine une coloration jaune du sulfure de carbone, par suite de la dissolution de produits nitreux qu'il est nécessaire de faire disparaître ensuite par un traitement ultérieur. En outre, nous n'avons pu retrouver, par ce procédé, de petites quantités de

brome. Le perchlorure de fer, au contraire, nous a donné des résultats d'une précision parfaite. Ce réactif a déjà été proposé par Duflos, pour le dosage de l'iode, par un procédé sur lequel nous reviendrons prochainement. Dans la recherche qualitative du brome en présence de l'iode, son emploi permet de déceler des traces du premier, d'une manière très simple et très précise.

» La liqueur à essayer, qui doit être exempte d'acide azotique, est additionnée d'un excès de perchlorure de fer exempt de chlore (ne colorant pas le sulfure de carbone en présence des bromures alcalins). Les proportions à employer dépendent de la richesse présumée de la liqueur en iodure; par exemple, pour $0^{gr},1$ d'iode, environ 5^{cc} de solution demi-normale de perchlorure de fer. L'iode se sépare et cristallise rapidement, s'il existe en proportion notable. Le mélange est évaporé à sec, et chauffé encore, pendant une heure ou deux, au bain-marie. Dans ces conditions, l'iode est complètement séparé et volatilisé; l'acide bromhydrique est absolument inattaqué. Il suffit de reprendre par quelques gouttes d'eau, de précipiter les sels de fer par un alcali, de sursaturer par l'acide chlorhydrique la liqueur filtrée, et d'ajouter goutte à goutte l'eau de chlore, en agitant, dans cette dernière contenue dans un tube à essai, avec du sulfure de carbone. La liqueur se colore immédiatement en jaune, et la réaction est indépendante de la proportion d'iode contenue dans la liqueur primitive.

» Vu la simplicité de ce procédé, il est avantageux de l'employer, même lorsque l'acide bromhydrique existe en quantités assez notables, et pas seulement lorsqu'il n'y en a que des traces. Il permet, en effet, de caractériser le brome bien plus nettement que lorsqu'on n'élimine pas l'iode. Pour un essai rapide, on pourra faire l'évaporation à sec, avec précaution, de manière à ne pas décomposer le chlorure de fer; mais il est plus sûr d'évaporer au bain-marie.

» Dans le cas général d'une analyse, on opérera sur le précipité d'argent, formé après élimination préalable de l'acide cyanhydrique, s'il y a lieu, ainsi que nous l'avons dit (p. 1206) dans la recherche du chlore. Ce précipité sera traité par l'hydrogène sulfuré et la liqueur, débarrassée de l'excès de gaz sulfhydrique par l'ébullition, sera soumise au traitement précédent.

» La recherche du brome libre en présence de l'iode pourra être faite de même, en transformant les halogènes en hydracides par l'hydrogène sulfuré, en présence de l'eau.

» Ce procédé, ainsi que celui que nous avons proposé pour la recherche

du chlore, est d'une précision comparable à celle des méthodes spectroscopiques, et bien supérieure à celle que l'on peut attendre des méthodes quantitatives par pesées. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveaux dérivés des éthers cyanacétique et cyanosuccinique.* Note de M. L. **Barthe**, présentée par M. Friedel.

« I. *Action du monobromopropionate d'éthyle sur le cyanacétate d'éthyle sodé. Éther cyanoglutorique.* — Le β-monobromopropionate d'éthyle a été préparé par addition jusqu'à saturation de gaz acide bromhydrique dans de l'acroléine refroidie, oxydation de l'aldéhyde bromée et éthérification de l'acide obtenu. L'éther ainsi formé ne bout pas sans décomposition à la pression ordinaire. Il a été distillé sous une pression de $0^m,05$, à la température de 135°-136°, et, même à cette pression réduite, il se décompose encore un peu.

» L'action de cet éther sur le cyanacétate d'éthyle sodé ne donne pas lieu à substitution aussi facilement que l'éher α, qui m'avait fourni antérieurement ([1]), dans les mêmes conditions, le β-méthylcyanosuccinate d'éthyle.

» A 31^{gr} de cyanacétate d'éthyle, on a ajouté une solution de $6^{gr},30$ de sodium dans 100^{gr} d'alcool absolu. Le mélange a été additionné de 50^{gr} de β-monobromopropionate d'éthyle. On a chauffé pendant vingt heures environ au bain de sable et au réfrigérant ascendant, jusqu'à cessation de réaction alcaline. On a filtré, pour séparer le bromure de sodium formé, et distillé l'alcool. Le résidu, additionné d'eau, a été agité avec de l'éther, qui, desséché sur du chlorure de calcium fondu, a été ensuite distillé dans le vide sous une pression de $0^m,05$. A 135°-140°, on a recueilli du β-monobromopropionate d'éthyle non entré en réaction, et ensuite un liquide qui distille à 198°. Au delà de cette température, le mélange brunit, devient visqueux, et il reste un résidu noirâtre, assez abondant, au fond du ballon. Le liquide, qui distille à 198°, pesant 8^{gr} à 9^{gr} environ, a été rectifié et soumis à l'analyse. Celle-ci a fourni des nombres qui correspondent à la formule de l'éther cyanoglutarique, formé en vertu de la réaction suivante :

$$\mathrm{CHNa}\begin{cases}\mathrm{CAz}\\ \mathrm{CO^2C^2H^5}\end{cases} + \mathrm{CH^2.Br.CH^2.CO^2C^2H^5} = \mathrm{NaBr} + \begin{array}{l}\mathrm{CH}\begin{cases}\mathrm{CAz}\\ \mathrm{CO^2C^2H^5}\end{cases}\\ \mid\\ \mathrm{CH^2.CH^2.CO^2C^2H^5}.\end{array}$$

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXVII, p. 277; 1892.

» II. *Action de l'éther bromoisobutyrique sur le cyanacétate d'éthyle sodé. Éther diméthylcyanosuccinique.* — A un mélange de $6^{gr},80$ de sodium dissous dans 100^{gr} d'alcool absolu et de $33^{gr},48$ de cyanacétate d'éthyle, on a ajouté $57^{gr},57$ d'éther bromoisobutyrique dont le point d'ébullition était de 163°,6 (¹). Le mélange a été chauffé au bain-marie et au réfrigérant ascendant pendant seize heures environ jusqu'à réaction neutre. On a filtré pour isoler le bromure de sodium formé et distillé l'alcool. Le résidu, étendu d'eau, a été agité avec de l'éther sulfurique qu'on a mis à dessécher sur du chlorure de calcium. La solution éthérée a été distillée au bain-marie d'abord, puis au bain d'huile. A 186°,5 on a recueilli un liquide huileux, incolore, qui, rectifié et soumis à l'analyse, a donné la composition de l'éther diméthylcyanosuccinique, formé en vertu de la réaction suivante :

$$CHNa\left\langle\begin{matrix}CAz\\CO^2C^2H^5\end{matrix}\right. + (CH^3)^2 = CBr.CO^2C^2H^5 = NaBr + \begin{matrix}HC\left\langle\begin{matrix}CAz\\CO^2C^2H^5.\end{matrix}\right.\\ | \\ (CH^3)^2 = C.CO^2C^2H^5\end{matrix}$$

» Ce composé se prépare très bien. J'ai obtenu un rendement de 25^{gr} environ, avec les proportions ci-dessus.
sable.

» On peut aussi diminuer le temps de chauffe en employant le bain de

» J'ai essayé de faire agir l'iodure de méthyle au bain de sable et au réfrigérant ascendant sur l'éther diméthylcyanosuccinique, de façon à obtenir l'éther $\begin{matrix}CH^3.C\left\langle\begin{matrix}CAz\\CO^2C^2H^5\end{matrix}\right.\\ | \\ (CH^3)^2 = C.CO^2C^2H^5\end{matrix}$. Ce dernier produit, traité par l'alcool absolu saturé d'acide chlorhydrique, m'eût peut-être fourni l'éther isobutényltricarbonique que Bischoff (²) prétendait avoir obtenu en faisant réagir l'éther bromoisobutyrique sur l'éther malonique sodé. Mais la substitution ne s'est pas produite : il ne s'est formé aucun composé nouveau.

» III. *Action de l'éther monobromosuccinique sur le cyanosuccinate d'éthyle sodé.* — En chauffant au bain-marie et au réfrigérant ascendant, ou en tubes scellés à 125° environ les deux composés précédents, je n'ai pu isoler, dans les conditions habituelles, le composé qui aurait dû se former

---

(¹) Bischoff, *Berichte der Deut. Chem. Geselt.* (t. XXII, p. 3179; 1889).

(²) *Berichte der Deut. Chem. Geselt.* (t. XXIII, p. 3395).

en vertu de l'équation

$$\begin{array}{l} CNa\begin{cases} CAz \\ CO^2C^2H^5 \end{cases} \\ | \\ CH^2.CO^2C^2H^5 \end{array} + \begin{array}{l} CH^2.CO^2C^2H^5 \\ | \\ CHBr.CO^2C^2H^5 \end{array} = \begin{array}{l} CH^2.CO^2C^2H^5 \\ | \\ CH.CO^2C^2H^5 \\ | \\ C\begin{cases} CAz \\ CO^2C^2H^5 \end{cases} \\ | \\ C^2H^2.CO^2C^2H^5 \end{array} + NaBr.$$

» Mais, après avoir chauffé en tubes scellés à 110°-120°, pendant quatre ou cinq heures, des proportions équimoléculaires de ces composés, j'ai traité le mélange par l'acide chlorhydrique aqueux, afin de saponifier l'éther qui aurait pu prendre naissance pendant l'opération. Cette saponification a fourni un liquide huileux, qui distille à 211° (corr.), sous une pression de $0^m,07$, et qui, abandonné sous cloche, a fourni au bout de quatre mois des cristaux fondant à 181° et qui ont les propriétés de l'*acide succinique*.

» IV. *Saponification du β-cyanotricarballylate d'éthyle; acide tricarballylique*. — En général, l'action de la potasse aqueuse ou alcoolique sur les composés dérivés des éthers cyanacétique et cyanosuccinique ne m'a donné que des résultats très médiocres. Comme l'a d'ailleurs montré M. Bouveault (¹) pour la saponification des nitriles en général, ces composés sont difficilement saponifiables par ce procédé. La saponification du β-cyanotricarballylate d'éthyle par l'acide sulfurique dilué ne fournit que de très faibles rendements : 15^{gr} de ce produit m'ont donné 2^{gr} à peine d'acide tricarballylique cristallisé, fondant à 158° (corr.), soluble dans l'éther et l'alcool, en même temps que des cristaux de sulfate d'ammoniaque. Au contraire, l'acide chlorhydrique en solution aqueuse ou alcoolique étendue donne d'excellents résultats. C'est ainsi que M. Muller (²) a saponifié son éther α-cyanotricarballylique. D'autre part, M. Fiquet (³) a remarqué que le courant de gaz chlorhydrique dans les dérivés cyanacétiques les saponifie très vite.

» $14^{gr},20$ de β-cyanotricarballylate d'éthyle en solution alcoolique ont été chauffés au bain de sable à 110°-120° pendant trois heures avec 30^{gr} de solution aqueuse saturée d'acide chlorhydrique. En poursuivant les opérations comme d'habitude, on obtient des cristaux de chlorhydrate d'ammoniaque, et 6 à 7^{gr} environ d'un produit cristallisé, fondant à 158°, possédant la composition de l'acide tricarballylique.

(¹) *Bull. Soc. Chim.*, t. IX, p. 368.

(²) Muller, *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*, p. 81; 1893.

(³) Fiquet, *Annales de Phys. et de Chim.*, t. XXIX, p. 451.

» Dans la première partie de l'opération, il se fait un acide instable, qui ne peut exister à la température du milieu, et qui se décompose en acide tricarballylique et acide carbonique.

» V. *Tricarballylate de méthyle* $\begin{array}{l} CH^2.CO^2CH^3 \\ | \\ CH.CO^2CH^3 \\ | \\ CH^2.CO^2CH^2 \end{array}$. — Pendant seize mois, on a abandonné, dans une cave, à une température moyenne de 11°, une solution de 30gr de cyanotricarballylate de méthyle dans de l'alcool méthylique avec 300gr du même alcool saturé à froid d'acide chlorhydrique. Au bout d'un mois, on a déjà observé un commencement de précipité cristallisé qui a augmenté jusqu'au septième ou huitième mois. A ce moment, la réaction semblait terminée. On a traité le mélange comme d'ordinaire, et par distillation dans le vide, sous une pression de 0m,045, on a recueilli à 228° (corr.) un liquide huileux, incolore, soluble dans l'alcool, insoluble dans les alcalis. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaisons de la pyridine avec les permanganates.* Note de M. T. **Klobb**, présentée par M. Friedel.

« J'ai montré, il y a quelques années, que l'ammoniaque était susceptible de former des combinaisons cristallines avec quelques permanganates, et, en particulier, avec ceux d'argent ([1]), de cuivre, de cadmium, de zinc et de nickel ([2]). J'ai réussi à préparer des combinaisons analogues à base de pyridine.

» Ce sont des précipités cristallins, plus ou moins solubles dans l'eau, très solubles dans la pyridine. Ils sont légèrement explosifs : ainsi, ils se décomposent brusquement avec incandescence et souvent déflagration lorsqu'on les porte rapidement à une température déterminée, tandis que ce phénomène ne s'observe pas si l'échauffement est lent. Humectés d'acide sulfurique concentré ou soumis à une compression brusque, ils brûlent avec vivacité. Peu stables, même à froid, ils commencent à perdre de la pyridine peu de temps après leur dessiccation; une partie de l'amine réagissant sur le permanganate, le sel perd peu à peu sa solubilité dans

([1]) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 384.
([2]) *Bull. de la Soc. chim.*, 3e série; t. III, p. 508.

l'eau. Aussi, la préparation et la dessiccation de ces corps doit-elle se faire à une température voisine de 0°. Les précipités sont recueillis sur de petites bourres de fulmicoton, essorés à la trompe et séchés rapidement sur l'acide phosphorique anhydre.

» *Pyridine et permanganate d'argent* A : $MnO^4Ag, 2C^5H^5Az$. — S'obtient en ajoutant une petite quantité de pyridine à une dissolution étendue de sulfate d'argent et de permanganate de potasse, en proportions équivalentes. On abandonne une heure avant de filtrer. Cristaux microscopiques violets se décomposent à 65°. Peu soluble dans l'eau, la pyridine donne encore un précipité dans des solutions de permanganate d'argent à $\frac{1}{1100}$ ou $\frac{1}{1150}$.

» B. $2MnO^4Ag, 5C^5H^5Az$. — S'obtient comme le sel précédent, mais en versant la solution saline dans un excès de pyridine à 20 pour 100. On peut aussi ajouter de l'eau progressivement à une solution de permanganate d'argent dans de la pyridine à 50 pour 100. Aiguilles violettes assez développées ne détonant que vers 100°.

» *Pyridine et permanganate de cuivre* : $Mn^2O^8Cu, 4C^5H^5Az$. — Se prépare comme le composé d'argent A. Précipité d'un beau violet; il cristallise bien en solution étendue. Se décompose à 65°.

» *Pyridine et permanganate de cadmium* : $Mn^2O^8Cd, 4C^5H^5Az$. — Plus soluble que les sels de Cu et Ag, et décomposable par un excès d'eau, doit être préparé en solution concentrée et à 0°. Cristaux tabulaires d'apparence rhombique, se décomposant à 65°.

» *Pyridine et permanganate de zinc* : $Mn^2O^8Zn, 4C^5H^5Az$. — Même préparation et mêmes propriétés que le sel de cadmium.

» *Pyridine et permanganate de nickel* : $Mn^2O^8Ni, 4C^5H^5Az$. — Poudre cristalline violette, ou mamelons cristallins très adhérents au verre quand le dépôt est lent. Solubilité intermédiaire entre celle du sel de zinc et du sel de cuivre. Se décompose à 65°.

» Ces dérivés, on le voit, sauf $2MnO^4Ag, 5C^5H^5Az$, qui appartient à un type spécial, détonent à la même température de 65°. C'est là précisément la température à laquelle l'acide permanganique anhydre se détruit avec explosion. Peut-être n'y a-t-il là qu'une coïncidence fortuite, mais il était bon de la signaler.

» En résumé, l'ammoniaque et la pyridine donnent deux séries parallèles de dérivés :

	$(2MnO^4Ag, 5C^5H^5Az)$
$MnO^4Ag, 2AzH^3$	$MnO^4Ag, 2C^5H^5Az$
$Mn^2O^8Cu, 4AzH^3$	$Mn^2O^8Cu, 4C^5H^5Az$
$Mn^2O^8Cd, 4AzH^3$	$Mn^2O^8Cd, 4C^5H^5Az$
$Mn^2O^8Zn, 4AzH^3$	$Mn^2O^8Zn, 4C^5H^5Az$
$(Mn^2O^8Ni, 6AzH^3, 2H^2O)$	$Mn^2O^8Ni, 4C^5H^5Az$

» Le permanganate de cobalt ne donne pas de dérivé d'addition; il y a

réduction immédiate de l'acide permanganique. Les autres permanganates ne se combinent pas davantage, ni avec l'une, ni avec l'autre base. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les émétiques*. Note de M. **Paul Adam**, présentée par M. E. Grimaux.

« Les théories émises sur la constitution des émétiques peuvent se ramener à deux; l'hydrate antimonieux, l'hydrate ferrique, l'acide borique, fonctionnent-ils dans ces sels comme acides ou comme bases? Les formules classiques correspondent à la seconde hypothèse. M. Jungfleisch a fait valoir des considérations qui tendent à faire accepter la première.

» Le travail actuel a pour but de faire connaître des réactions et des corps nouveaux qui confirment l'hypothèse de M. Jungfleisch.

» Et d'abord, rappelons quelques faits qui montrent que les corps analogues à l'oxyde d'antimoine réagissent sur les fonctions alcooliques des composés organiques. C'est l'existence du sel $C^4H^2O^6Na^2(BoO)^2$ et d'autres analogues signalés en 1869 par Duve; c'est l'existence de l'émétique arsénique de Pelouze $C^4H^4O^6K\,AsO^2, 2,5\,H^2O$, où il est difficile de supposer que l'acide arsénique fonctionne comme électro-positif; c'est le borosalicylate de sodium que j'ai décrit récemment.

» Seuls, les acides qui possèdent une fonction phénol ou alcool forment des combinaisons avec l'oxyde d'antimoine, l'acide borique, etc. J'ai constaté que l'acide oxalique, que l'acide phtalique ou leurs sels ne se combinent pas à l'acide borique. La présence d'un oxhydryle est nécessaire, et les propriétés des corps obtenus, les réactions de l'émétique signalées dans ce Mémoire montrent que c'est la fonction alcool qui a réagi, que cette fonction a été éthérifiée par l'oxyde d'antimoine, l'acide borique, etc.

» Pour préparer ces corps, on fait bouillir avec l'acide minéral, la solution aqueuse d'un *sel* de l'acide organique. En général, l'acide libre ne réagirait pas. Klein a montré que l'acide borique se combine aux sels des acides mucique et saccharique, et non à ces acides libres. J'ai signalé la même impossibilité avec les acides salicylique et borique [1].

» J'ai obtenu des combinaisons du lactate de sodium avec l'acide borique,

---

(1) Toutefois, l'acide tartrique libre donne avec l'oxyde d'antimoine des combinaisons décrites par Berzélius, Peligot, Soubeiran et Capitaine.

l'oxyde d'antimoine et l'acide arsénieux, du bimalate de potassium avec l'acide borique et l'oxyde d'antimoine, du sel de Seignette avec 1 ou 2 molécules d'acide borique.

» L'étude de ces combinaisons, dont les détails ne peuvent trouver place ici, a montré que les acides borique et analogues avaient réagi sur le côté alcool de l'acide complexe. Ainsi, alors que les acides lactique, malique, tartrique, empêchent la précipitation de l'oxyde de fer par la potasse, réaction déjà utilisée par MM. Grimaux, Jungfleisch, etc., les sels mixtes formés n'empêchent pas cette précipitation. Signalons à ce sujet que l'acide salicylique, mais non le borosalicylate de sodium, empêche la potasse de précipiter l'oxyde de fer. Des sels cités plus haut, il n'en est qu'un, le monoborotartrate COOK-CHOH-CHOBoO-COONa, qui empêche cette précipitation : c'est le seul qui renferme encore un groupement alcoolique.

» L'acide arsénieux donne, avec le sel de Seignette, comme avec la crème de tartre, l'émétique arsénieux de Mitscherlich.

» Il y a lieu d'insister davantage sur les combinaisons obtenues avec la crème de tartre.

» *Bitartrate de potassium et acide borique.* — La crème de tartre soluble ne brunit pas le curcuma; elle empêche la précipitation du fer par la potasse. La flamme de l'alcool mis en digestion sur le sel ne se colore pas en vert. Il n'en est pas de même si l'on a mis 3 ou même 2 molécules d'acide borique pour 1 molécule de bitartrate. Une seule molécule d'acide borique entre en réaction. La précipitation de l'oxyde de fer par la potasse est toujours empêchée. On a vu qu'il n'en était pas ainsi avec le sel de Seignette. Rappelons que Soubeiran et Capitaine, ainsi que Kemper, ont montré que la crème de tartre ne peut se combiner qu'à $\frac{1}{2}Sb^2O^3$.

» *Émétique ordinaire.* — L'émétique ne précipite à froid par les alcalis que lorsqu'on a ajouté une quantité d'alcali égale à celle qui y existe déjà. Il est à remarquer que le tournesol indique la neutralité quand on a ajouté environ le quart de l'alcali nécessaire. La phénolphtaléine, la cochenille, le curcuma indiquent la neutralité théorique, comme un essai quantitatif l'a montré. D'autre part, une solution d'émétique, même incomplètement neutralisé, abandonnée à elle-même, dépose peu à peu de l'oxyde d'antimoine. La même solution récente, encore acide au tournesol, le bleuit après dilution. Klein a observé le même fait pour les combinaisons boriquées de la mannite.

» Cette dissociation fait que les déterminations thermochimiques sont

peu probantes. Suivant la dilution, les quantités de chaleur dégagée, en employant le carbonate de potassium, varient de 1^{cal} à 2^{cal} environ (0,8, 0,95, 0,98, 1,76). L'acide tartrique dégageant $+13^{cal}$ et l'acide carbonique $+11$, la chaleur de neutralisation doit être de $+2$. Le dégagement de chaleur est immédiat et la décomposision, la mise en liberté de l'oxyde d'antimoine, ne l'est pas. Il y a donc réaction immédiate de l'alcali, il y a salification. Si l'on ajoute à la liqueur neutralisée la quantité d'acide chlorhydrique justement suffisante pour saturer l'alcali qu'on vient d'y mettre, on retrouve toutes les réactions de l'émétique : précipitation par le tannin, le perchlorure de fer, réduction du chromate de potassium que ni le bitartrate de potassium, ni les sels d'antimoine, ne réduisent. Or la formation de l'émétique, on le sait, est lente comme une éthérification, de même que sa décomposition par les alcalis est lente comme une saponification. L'antimoine n'avait donc pas été mis en liberté par l'alcali, et celui-ci s'est combiné au COOH.

» L'instabilité de la solution d'émétique neutralisé explique pourquoi les tartrates neutres ne peuvent former un émétique. Il n'y a pas là seulement une question de solubilité de l'oxyde d'antimoine dans le milieu. Les éthers tartriques en solution alcoolique dissolvent de l'acide borique, de l'oxyde d'antimoine, qui y sont à l'état de combinaison organique, et pour ce dernier corps tout au moins, il est peu probable que ce soit le dissolvant alcoolique qui l'ait dissous en s'éthérifiant.

» En résumé, les analogies chimiques et les réactions de l'émétique proprement dit doivent faire considérer les corps de ce genre comme des sels-éthers et non comme des sels doubles. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide monoéthylphosphorique* (1).
Note de M. **J. Cavalier**, présentée par M. Troost.

« L'acide monoéthylphosphorique, $PO^4C^2H^5H^2$, obtenu par Pelouze, donne une série de sels de formule $PO^4C^2H^5M^2$, qui ont été préparés par Pelouze et Church.

» J'ai déterminé la chaleur de saturation de cet acide par les alcalis et la baryte.

» A une molécule d'acide dissoute dans 4 litres d'eau, on ajoute suc-

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

cessivement 3 molécules d'alcali, chaque molécule occupant un volume de 2 litres.

» Les dégagements de chaleur observés sont :

	Soude.	Potasse.	Ammoniaque.
1re molécule.............	15,59	15,73	14,44
2e »	13,80	13,61	12,03
3e »	0,86	0,85	0,53

» La baryte donne [1 molécule $Ba(OH)^2$ dissoute dans 12^{lit} d'eau étant ajoutée à 2 molécules d'acide occupant 8^{lit}] :

1re $Ba(OH^2)$...........	32,60	ou	$16,30 \times 2$
2e »	27,76	»	$13,88 \times 2$
3e »	0,36	»	$0,18 \times 2$

» Ces dégagements de chaleur sont assez considérables et comparables à ceux que donnent les acides énergiques, tels que l'acide sulfurique.

» On voit *que dans la saturation complète de l'acide monoéthylphosphorique par deux molécules de base, la première molécule dégage une quantité de chaleur toujours plus grande que la seconde*. L'acide monoéthylphosphorique se comporte donc comme un corps ayant deux fonctions acides distinctes et se rapproche ainsi des acides oxygénés du phosphore. Toutefois, la différence entre les deux chaleurs de saturation est, en général, plus faible que dans ces acides.

» Les deux degrés de saturation de l'acide éthylphosphorique peuvent être décelés facilement par les réactifs colorants : une molécule alcaline, ajoutée à une molécule d'acide, donne une solution exactement neutre au méthylorange; avec deux molécules alcalines, on obtient la neutralité à la phtaléine du phénol.

» L'emploi du méthylorange permet de préparer facilement les sels acides de formule $PO^4C^2H^5MH$, qui n'ont pas encore été signalés.

» *Sel acide de sodium.* — Une solution d'acide éthylphosphorique est saturée par de la soude jusqu'à neutralité au méthylorange; par évaporation dans le vide sec, il se dépose une masse cristalline, déliquescente, qui, desséchée dans le vide sec, a pour composition $PO^4C^2H^5NaH$.

» *Sel acide de potassium :* $PO^4C^2H^5KH$. — Masse cristalline blanche très déliquescente.

» *Sel acide d'ammonium.* — Cristaux transparents, peu altérables à l'air.

» *Sel acide de baryum.* — Le sel neutre de baryum, peu soluble dans l'eau, se dissout facilement dans l'acide éthylphosphorique; la solution concentrée à une

douce chaleur laisse déposer par refroidissement des paillettes nacrées, inaltérables à l'air.

» Séché dans l'air sec, le sel a pour composition $(PO^4C^2H^5H)^2Ba + H^2O$.

» *Sel acide de strontium.* — Paillettes solubles dans l'eau.

» *Sel acide de calcium* $(PO^4C^2H^5H)^2Ca$. — Petits cristaux très solubles dans l'eau, mais plus difficilement que le sel de baryum.

» Tous ces sels, chauffés vers 300°, perdent de l'alcool et laissent un résidu de pyrophosphate.

» Leurs solutions sont stables, une ébullition prolongée ne les altère pas.

» Le sel acide de calcium ne présente pas trace d'une décomposition partielle par l'eau en acide libre et sel neutre insoluble, comme cela a lieu pour le phosphate correspondant. Il est complètement soluble et donne une solution neutre au méthylorange, qui reste neutre, même à l'ébullition, sans donner aucun dépôt.

» En résumé, l'acide monoéthylphosphorique présente deux fonctions acides nettement distinctes et donne deux séries de sels définis, correspondant aux formules $PO^4C^2H^5MH$ et $PO^4C^2H^5M^2$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du trioxyméthylène sur les alcools en présence du perchlorure de fer et sur les nouveaux dérivés méthyléniques qui en résultent.* Note de MM. **A. Trillat** et **R. Cambier**, présentée par M. Schützenberger.

« La plupart des homologues supérieurs du méthylal n'ont pas encore été préparés. A part le méthylal et le dérivé éthylique, à peine signalés, la littérature chimique est muette sur les termes supérieurs. Il en est de même pour les dérivés des alcools non saturés de la série grasse et pour les alcools polyvalents. Notre méthode permet d'obtenir sans difficulté et avec de très bons rendements ces différents dérivés. Elle consiste à faire réagir le trioxyméthylène sur l'alcool, en présence d'une faible quantité de perchlorure de fer. La réaction a lieu d'après la formule générale

$$(CH^2O)^3 + 6ROH = 3.CH^2(OR)^2 + 3H^2O.$$

» On chauffe le mélange de trioxyméthylène et d'alcool en proportion équimoléculaire avec une quantité de perchlorure de fer anhydre variant de 1 à 4 pour 100. La durée de chauffage varie de deux à dix heures. On

isole le produit, soit par simple distillation, soit par un lavage à l'eau qui dissout l'excès d'alcool, toujours plus soluble que son dérivé méthylénique. Ces dérivés sont des liquides incolores, doués d'une odeur très agréable, bouillant sans décomposition; les termes supérieurs sont insolubles dans l'eau avec laquelle il donnent des hydrates. Ils dissolvent l'iode et le soufre à partir du dérivé propylique. L'acide nitrique les oxyde violemment; le chlore et le brome réagissent vivement sur eux. L'acide sulfurique les dédouble en régénérant le trioxyméthylène. On peut caractériser cette classe de composés par la combinaison colorée qu'ils fournissent avec la diméthylaniline en présence d'un acide et d'un oxydant. Les conditions dans lesquelles a lieu cette réaction générale ont déjà été indiquées par l'un de nous.

» Pour généraliser notre méthode nous l'avons étudiée : 1° sur les alcools saturés de la série grasse; 2° sur les alcools non saturés; 3° sur les alcools plurivalents.

I. — DÉRIVÉS DES ALCOOLS SATURÉS DE LA SÉRIE GRASSE.

» *Éther diméthylique du méthylène (méthylal)* : $CH^2(OCH^3)^2$. — Le méthylal a déjà été obtenu par oxydation de l'alcool méthylique par le bichromate de potasse et l'acide sulfurique; nous ne décrirons donc pas ses propriétés. Pour l'obtenir par notre méthode, on chauffe pendant dix heures l'alcool méthylique avec la quantité théorique de trioxyméthylène et 3 pour 100 de perchlorure de fer solide; on distille et l'on rectifie. La portion comprise entre 42° et 43° est constituée par du méthylal pur.

» *Éther diéthylique* : $CH^2(OC^2H^5)^2 + H^2O$. — On l'obtient en grande abondance en chauffant pendant six heures, dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant, l'alcool éthylique et le trioxyméthylène, dans la proportion de 6 molécules d'alcool pour 1 de trioxyméthylène et 4 pour 100 de perchorure de fer. Pour isoler l'éther, on distille jusqu'à 78°, on rectifie en recueillant à part la portion 74-75. D'après les résultats de l'analyse, l'éther diéthylique contient 1 molécule d'eau. L'éthylal est un liquide incolore, son odeur rappelle celle du rhum. Il bout à 74°-75° ($H = 757^{mm}$). Sa densité à 16° est de 0,8338. Il est soluble dans 15 parties d'eau à 20°.

» *Éther dipropylique normal* : $CH^2(OC^3H^7)^2$. — On chauffe à feu nu l'alcool propylique et le trioxyméthylène avec 2 pour 100 de perchlorure de fer dans un ballon muni d'un réfrigérant à reflux. Après huit heures de chauffage, on verse le produit de la réaction dans l'eau qui disssout l'excès d'alcool; on décante et l'on distille. Cet éther bout à 136°, c'est un liquide incolore, à odeur d'ananas; sa densité à 14° est égale à 0,8319.

» Chauffé avec de l'eau, il s'y combine en donnant un *hydrate*

$$CH^2(OC^3H^7)^2 + H^2O,$$

bouillant à 90° et possédant une densité égale à 0,8661 à 14°.

» *Éther diisopropylique :* $CH^2(OC^3H^7) + H^2O$. — On l'obtient comme le précédent; c'est un liquide incolore, doué d'une odeur éthérée agréable, il bout à 79°-80°. Densité à 14° = 0,8362. Il est très peu soluble dans l'eau. L'acide sulfurique concentré le dédouble en régénérant le trioxyméthylène; il dissout l'iode et le soufre.

» *Éther diisobutylique :* $CH^2(OC^4H^9)^2$. — Obtenu, comme les précédents, au moyen de l'alcool isobutylique et 2 pour 100 de perchlorure de fer. Liquide incolore, bouillant à 164°. Densité à 14° = 0,8302. Insoluble dans 1000 parties d'eau. Il dissout l'iode et le soufre. Chauffé avec de l'eau, il fournit un *hydrate* $CH^2(OC^4H^9)^2 + H^2O$, bouillant à 96°. Densité à 14° = 0,8491.

» *Éther diisoamylique :* $CH^2(OC^5H^{11})$. — Liquide incolore à odeur de fruits, bouillant à 206° (H = 757). Sa densité est 0,8391 à 14°. Son hydrate $CH^2(OC^5H^{11})^2 + H^2O$ bout vers 98°. L'éther diisoamylique est insoluble dans 2000 parties d'eau à 20°; il est soluble dans l'alcool et l'éther. Il réagit vivement sur les acides sulfurique et nitrique, ainsi que sur le brome. Il dissout abondamment le soufre.

» *Éther dihexylique :* $CH^2(OC^6H^{13})^2$. — Liquide incolore, obtenu comme les précédents et possédant les mêmes propriétés. Son hydrate bout à 174°-175°; sa densité à 15° est de 0,8223.

» *Éther dicaprylique :* $CH^2(OC^8H^{17})^2$. — Liquide incolore, bouillant à 289°, presque sans odeur; sa densité à 15° est de 0,8477.

II. — DÉRIVÉS DES ALCOOLS NON SATURÉS.

» *Éther diallylique :* $CH^2(O.CH^2 - CH = CH^2)^2$. — S'obtient très facilement en chauffant pendant quatre heures le mélange d'alcool allylique et de trioxyméthylène avec 2 pour 100 de chlorure ferrique. Liquide incolore d'odeur âcre, bouillant à 138°-139°. Sa densité est de 0,8948 à 14°. Il forme aussi un hydrate.

III. — DÉRIVÉS DES ALCOOLS PLURIVALENTS.

Dérivé méthylénique du glycol : $CH^2(O.CH^2 - CH^2OH)^2$. — On chauffe au bain-marie un mélange de glycol et de trioxyméthylène en proportion équimoléculaire et 2 pour 100 de chlorure ferrique, il se produit bientôt une ébullition; la réaction est terminée au bout de trois heures. On distille en recueillant ce qui passe entre 70° et 80°. Liquide incolore, d'odeur poivrée rappelant un peu celle du méthylal; il bout à 74°-75°, sa densité est égale à 1,0534, à 25°. Il est légèrement soluble dans l'eau, l'acide sulfurique le décompose. Avec la diméthylaniline, il donne la réaction du benzhydrol. Les analyses de ce produit et la détermination de sa densité de vapeur s'accordent avec la formule indiquée.

» *Dérivé méthylénique du propylglycol :* $CH^2(O - C^3H^6OH)^2$. — Même mode de préparation que pour le dérivé du glycol, il bout à 90°. C'est un liquide incolore, très mobile, doué d'une odeur éthérée agréable. Avec les réactifs, il se comporte comme son homologue inférieur.

» En résumé, cette méthode fournit un moyen facile pour préparer les

dérivés méthyléniques des alcools, saturés ou non. Nous nous proposons de l'étendre à la série des mercaptans (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mécanisme de l'action du chlore sur l'alcool isobutylique* (2). Note de M. A. **Brochet**, présentée par M. P. Schützenberger.

« I. La première action du chlore sec sur l'alcool isobutylique sec est de donner par substitution de l'acide chlorhydrique, lequel fournit de l'eau par condensation des produits en présence. Dès les premiers instants le milieu initial est donc changé; l'eau et l'acide chlorhydrique agissent simultanément avec le chlore pour oxyder et condenser les molécules d'alcool. Il s'agit donc, dans la mesure du possible, de limiter les actions secondaires.

» II. Je me bornerai à étudier dans cette Note l'action du chlore à froid sur l'isobutol; dans ce cas l'action ultérieure de l'eau et de l'alcool en excès sera éliminée, ces deux composés n'agissant que vers 100°, comme on le verra dans la suite.

» L'attaque est excessivement énergique et le gaz immédiatement absorbé quelle que soit la vitesse du courant; l'échauffement est considérable, aussi est-il nécessaire de refroidir. Au bout d'un certain temps le liquide se trouble, puis se sépare en deux couches; à la partie supérieure se trouve une substance oléagineuse, formée d'un mélange d'eau, d'alcool inattaqué et d'un peu d'aldéhyde chlorisobutyrique-α; le tout saturé d'acide chlorhydrique. La couche inférieure, plus mobile, limpide, est formée d'un produit ne renfermant, à part un peu de gaz chlorhydrique, aucun des éléments de la couche supérieure. Ce composé, convenablement rectifié, distille entre 190° et 195°. L'analyse et les propriétés de ce corps établissent que c'est l'oxyde d'isobutyle dichloré dissymétrique répondant à la formule

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CCl.CHCl.O.CH^2.CH.\!\!<\!\!\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}$$

» *Analyse :* C... 48,9 H... 8,1 Cl... 35,0

(1) Travail du laboratoire de M. Schützenberger.

(2) En 1885, M. Bocquillon a publié dans le *Journal de Pharmacie et de Chimie* une étude sommaire de cette question qu'il n'a pas examinée ultérieurement d'une façon plus complète.

» Le mécanisme de la formation de ce corps s'explique aisément en admettant une réaction analogue à celle indiquée par Wurtz et Frappoli. Il se forme, dès le début de la réaction de l'aldéhyde isobutyrique-α chlorée $(CH^3)^2:CCl.COH$, dont j'ai établi la constitution, et de l'acide chlorhydrique; celui-ci, lorsqu'il atteint une certaine concentration, réagit sur le mélange d'aldéhyde et d'alcool non transformé :

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\Big\rangle CCl.CH{:}O + OH.CH^2.CH\Big\langle\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix} + HCl = \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\Big\rangle CCl.CHCl.O.CH\Big\langle\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix} + H^2O.$$

» Cet oxyde d'isobutyle chloré est un liquide très mobile, réfringent, bouillant à 192°,5 sous la pression 760 et à 83° sous la pression de 15^{mm}.

Densité : D_4^{15}.............. 1,031 Indice de réfraction : n_{19}... 1,437

C'est un corps possédant une odeur éthérée très agréable lorsqu'il vient d'être fraîchement distillé dans le vide; mais il ne tarde pas à émettre l'odeur d'acide chlorhydrique par le fait d'une légère décomposition sous l'influence de l'humidité.

» L'eau n'a qu'une action excessivement lente à froid sur ce liquide, mais vers 100° elle le décompose avec dégagement de torrents d'acide chlorhydrique et le produit se trouve scindé en aldéhyde chlorisobutyrique-α et en un composé distillant à 215°-220°, lequel répond par son analyse et ses propriétés à l'isobutyral diisobutylique monochloré

$$(CH^3)^2:CCl.CH:(OC^4H^9)^2.$$

» *Analyse :* C..... 60,7 H..... 10,7 Cl..... 15,1

» Les alcalis, la chaux, la baryte provoquent également cette décomposition. L'éther est assez instable en présence de ces réactifs pour que, si l'on en met une certaine quantité à leur surface, la réaction se produise d'elle-même au bout d'un certain temps; l'attaque commence en un point, se propage rapidement dans la masse et la majeure partie de l'acide chlorhydrique se dégage quels que soient l'excès et la concentration de l'alcali.

» Les alcools et notamment l'isobutol, à l'ébullition; l'éthylate et l'isobutylate de sodium à froid, donnent lieu à une réaction analogue; il se forme de l'isobutyral chloré et il y a dégagement, dans le premier cas, d'acide chlorhydrique, et précipitation dans le second de chlorure de sodium.

$$(CH^3)^2:CCl.CHCl.O.C^4H^9 + OHC^4H^9 = (CH^3)^2:CCl.CH:(OC^4H^9)^2 + HCl.$$

» III. L'isobutyral chloré, qui se forme dans les réactions précédentes, est un liquide d'odeur agréable, bouillant à 218°.

Densité : D^{15}_{4}............. 0,9355 Indice de réfraction : n_{17}... 1,426

» La constitution de ce corps a été établie par l'action de l'anhydride acétique et celle de l'uréthane.

» 1° *Action de l'anhydride acétique.* — Les deux corps miscibles à froid ne réagissent qu'en tube scellé; il se forme de l'aldéhyde chlorisobutyrique-α et de l'acétate d'isobutyle, faciles à séparer par l'action du bisulfite de sodium qui se combine à l'aldéhyde et détruit l'excès d'anhydride sans altérer l'éther formé, lequel bout à 115°-116° et présente toutes les propriétés de l'acétate d'isobutyle

$$(CH^3)^2:CCl.CH:(OC^4H^9)^2 + (CH^3.CO)^2O$$
$$= (CH^3)^2:CCl.COH + (CH^3.CO\,OC^4H^9)^2.$$

» 2° *Action de l'uréthane.* — Les acétals se combinent aux uréthanes en donnant les mêmes produits de condensation que les aldéhydes; m'appuyant sur ce fait, j'ai pu établir d'une autre façon la constitution de l'isobutyral chloré. En saturant de gaz chlorhydrique une solution de carbamate d'éthyle dans ce composé et précipitant par l'eau, j'ai obtenu du chlorisobutylidène-uréthane $(CH^3)^2:CCl.CH:(AzH.CO\,OC^2H^5)^2$ fondant à 122°, identique avec celui que j'ai préparé par action directe de l'aldéhyde.

» IV. Pour confirmer par voie synthétique les résultats obtenus, j'ai saturé d'acide chlorhydrique un mélange d'alcool isobutylique et d'aldéhyde chlorée correspondante; le liquide s'est alors séparé en deux couches; l'inférieure bouillant à 190°-195°, décomposée par l'eau à l'ébullition, a régénéré la moitié de l'aldéhyde avec formation d'isobutyral chloré bouillant à 218° (1). »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur la matière pigmentaire rouge de* Pyrrhocoris apterus (*L.*). Note de M. C. **Phisalix**.

« La facilité avec laquelle on peut recueillir de grandes quantités de cet hémiptère m'a engagé à entreprendre des recherches dans le but d'isoler

(1) École de Physique et de Chimie industrielles. Laboratoire d'études et de recherches.

et de caractériser la substance colorante rouge de son tégument. Je donnerai seulement un résumé des principaux résultats auxquels je suis arrivé :

» Deux litres d'insectes récemment pris ont été séchés dans le vide. Après dessiccation, la masse a été traitée par le sulfure de carbone. Toute la matière grasse s'est dissoute et en même temps la matière colorante qui donne au liquide une teinte rouge groseille. L'alcool et le pétrole dissolvent une matière colorante jaunâtre. Ces solutions colorées présentent un spectre d'absorption voisin de celui de la *carotine*, et le résidu de leur évaporation prend, par l'acide sulfurique concentré, une coloration bleu-verdâtre qui rend plus étroite l'analogie avec la carotine, celle-ci donnant, avec les mêmes réactifs, une coloration bleu-indigo. Cette matière colorante est insoluble dans l'eau.

» Inoculée à des cobayes et à des souris, elle n'a provoqué aucun trouble appréciable.

» En résumé, c'est une substance très voisine de la carotine, sans action physiologique. »

ZOOLOGIE. — *Sur les relations de la corde dorsale et de l'hypophyse chez les Oiseaux.* Note de M. G. Saint-Remy, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« Les observations (¹) sur les rapports de l'extrémité antérieure de la corde dorsale chez les Oiseaux sont peu précises. Dursy croyait que l'extrémité de la corde produisait une partie de l'hypophyse; Romiti a vu cet organe relié à l'hypophyse par un cordon solide de peu de durée qu'il considère comme une formation ectodermique, issue de la poche hypophysaire. Pour Kann la corde arrive jusqu'à la paroi de l'hypophyse, mais ne s'unit pas à elle. Enfin Bawden a trouvé l'extrémité de la corde reliée à l'hypophyse par un cordon connectif rudimentaire. Ces divergences proviennent de ce que l'extrémité antérieure de la corde entrant de bonne heure en régression, les phénomènes qu'elle présente, sont rapides et irréguliers, et ne correspondent pas exactement à des époques et à des stades déterminés du développement des autres organes.

(¹) Ces recherches ont été faites au laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Nancy, dirigé par M. le professeur Friant.

» Nous avons étudié des embryons de Poulet et de Canard. Aux plus jeunes stades (vers le milieu du deuxième jour chez le Poulet), la corde, presque droite, ne présente pas à proprement parler de branche secondaire ou descendante : elle se perd dans une masse cellulaire d'origine endodermique encore adhérente à l'épithélium du cul-de-sac pharyngien et qui se soude à l'épithélium ectodermique voisin. Cette masse mésodermique est la continuation, à l'extrémité du pharynx, de celle qui a produit la corde. Un peu plus tard, par suite de la flexion céphalique, la corde s'incurve, ce qui forme une branche descendante; en même temps la poche hypophysaire qui commence à s'invaginer se glisse entre le cerveau et le cul-de-sac pharyngien et comprime la masse cellulaire qui donne du tissu conjonctif et dont une faible partie se spécialise en formant l'extrémité de la branche descendante de la corde. Cette extrémité, qui se trouvait d'abord au niveau de l'insertion de la membrane pharyngienne, s'accole ensuite à l'hypophyse même par suite du développement de celle-ci, d'abord au fond de l'invagination, puis un peu au-dessous sur le bord inféro-postérieur.

» A la fin du troisième jour, la branche descendante entre en voie de destruction; elle prend l'aspect d'un cordon grêle dont les éléments lâchement unis offrent des caractères intermédiaires entre ceux des cellules cordales et ceux des cellules conjonctives : en certains points, le cordon peut se modifier moins rapidement et l'on peut observer un ou deux îlots gardant leur aspect antérieur. Les éléments en se désagrégeant prennent l'aspect du tissu conjonctif ambiant, mais dessinent encore quelque temps le trajet de la branche descendante. La régression de la corde s'effectue jusqu'au niveau du coude, où l'on voit un amas de cellules en transformation quand il ne reste plus de traces du cordon. La branche principale reste donc seule, un peu flexueuse à son extrémité, et la corde se trouve sensiblement raccourcie, mais l'invagination hypophysaire en se développant ne tarde pas à se rapprocher d'elle; lorsque la masse glandulaire de l'hypophyse se constitue, elle arrive à buter contre son extrémité dont elle n'est séparée que par une mince couche de tissu conjonctif.

» En résumé, chez les Oiseaux, la corde dorsale est soudée directement à l'hypophyse pendant un certain temps : cette union se produit secondairement par suite de l'accroissement de l'invagination hypophysaire.

» L'opinion de Romiti, que la corde tire à elle cette invagination, est absolument erronée. Le cordon observé par Romiti et Bawden entre l'extrémité de la corde différenciée et l'hypophyse n'est autre chose que l'ex-

trémité de la corde en voie de régression. Cette destruction s'opère par la transformation des éléments en cellules conjonctives embryonnaires qui se perdent dans le tissu conjonctif ambiant et concourent à son accroissement, fait intéressant que nous avons observé avec plus de netteté encore chez les embryons de Mammifères. »

ZOOLOGIE. — *Sur une nouvelle grégarine de la famille des Dactylophorides, parasite des Géophiles.* Note de M. **Louis Léger**.

« La famille des *Dactylophorides* réunit un certain nombre de grégarines parasites des Myriapodes, qui sont reliées par des affinités indiscutables. Tous les individus ont le même aspect général; l'enkystement et la sporulation en deux hémisphères distincts, l'un fertile, l'autre stérile, la déhiscence du kyste en deux valves par pseudo-kyste latéral, sont des caractères communs aux *Dactylophorides;* de plus, les spores cylindriques à double paroi sont absolument propres à cette famille; enfin, toutes les *Dactylophorides* connues actuellement ont été rencontrées exclusivement dans le tube digestif des Myriapodes *Chilopodes;* l'intestin des *Chilognathes* renfermant des grégarines tout à fait différentes.

» Les quatre genres connus jusqu'ici, qui constituent la famille des *Dactylophorides,* ont été rencontrés chez les Scolopendrides (*Dactylophora, Pterocephalus*), chez les Lithobiides (*Echinocephalus*) et chez les Scutigérides (*Trichorhyncus*). Seul, dans l'ordre des Chilopodes, le groupe des Géophilides n'avait pas jusqu'à présent fourni de sporozoaires et malgré mes nombreuses recherches dans le centre et l'ouest de la France, les Géophiles paraissaient bien jouir d'une certaine immunité vis-à-vis de ces parasites.

» L'examen de plusieurs Géophiles présentant tous les caractères du *Geophilus Gabrielis* (*Himantarium* Koch.), recueillis dans les montagnes de l'Esterel et de la Sainte-Baume en Provence, vient de me montrer qu'il n'en était pas ainsi et que chez les Géophilides comme chez les autres Chilopodes, il existe une espèce particulière de grégarines présentant d'ailleurs tous les caractères des *Dactylophorides.*

» Cette grégarine qui se rencontre dans toute la longueur du tube digestif du Géophile, mais surtout dans les deux tiers postérieurs, est facilement visible à l'œil nu, car elle atteint une longueur de $0^{mm},5$ et se détache en blanc mat sur le fond grisâtre du contenu intestinal.

» Les sporadins ont la forme d'une massue, renflée au pôle proximal et

effilée en pointe aiguë à l'extrémité opposée ou pôle distal. Ils ne présentent pas de septum; tout au plus si chez quelques individus, un petit amas de granulations plus fines et jaunâtres situé au pôle proximal et séparé du reste de l'entocyte par une zone plus claire, peut être considéré comme le rudiment d'un protomérite.

» La grégarine est donc, au point de vue évolutif, une *dicystidée* vraie, c'est-à-dire n'ayant jamais plus de deux segments ; un appareil de fixation caduc et un segment unique persistants (*pseudo-monocystis*) représentant à la fois le protomérite et le deutomérite des *tricystidées*. Elle se rapproche en cela des grégarines intestinales des vers marins ([1]).

» L'appareil de fixation ou épimérite s'écarte notablement, par sa conformation, du type ordinaire si irrégulier des autres *Dactylophorides*. Il est constitué dans cette espèce par un bouton assez gros, clair, subsphérique, duquel partent en rayonnant une quinzaine de prolongements hyalins renflés en massue à leur extrémité libre et venant se rattacher au bouton central par une tige plus étroite. Ces appendices sont inclinés vers le corps de la grégarine, de sorte que l'ensemble de l'épimérite représente assez bien une ombrelle qui serait ainsi fixée au pôle proximal.

» Chez les individus très jeunes, les prolongements digitiformes sont simplement représentés par de petites sphères hyalines disposées en une couronne qui entoure le bouton central alors très gros.

» A l'état vieux, au contraire, et lorsque la grégarine va passer à la phase de sporadin en abandonnant son épimérite, celui-ci est déjà flétri, le bouton central est ratatiné et les prolongements digitiformes recroquevillés en tous sens s'appliquent directement sur le sommet de la grégarine comme les tentacules d'un polype.

» L'épimérite est relié au corps de la grégarine par un col court dont la base se confond avec le pôle proximal du segment persistant qui se déprime ordinairement en capsule tout autour de la surface d'insertion du col.

» L'épicyte est mince et finement strié longitudinalement. Le sarcocyte, épais au pôle proximal, diminue d'épaisseur vers la partie moyenne du segment pour augmenter ensuite à l'extrémité distale.

» L'entocyte est bondé de grosses granulations graisseuses et renferme un noyau ovoïde se colorant bien par l'action prolongée du picrocarmin. Le nucléole est de forme très variable; dans les états jeunes il est entier,

---

([1]) L. Léger, *L'évolution des Grégarines intestinales des vers marins* (*Comptes rendus*, 30 juin 1893).

sphéroïde; plus tard il se déroule en un ruban qui ne tarde pas à se segmenter et même à s'émietter, formant une masse irrégulièrement divisée, parfois pulvérulente, qui se colore plus fortement au centre du nucléus.

» En gardant pendant quelque temps les Géophiles en captivité, j'ai réussi à recueillir de nombreux kystes de cette grégarine. Ces kystes sont sphériques, de 200^{μ} à 250^{μ} de diamètre, d'un blanc mat et entourés d'une épaisse zone mucilagineuse destinée, comme je l'ai montré pour la *clepsidrine* des Acridiens, à emmagasiner l'humidité nécessaire à leur maturation.

» Placé dans un milieu convenablement humide et aseptique, le kyste montre bientôt les premiers phénomènes de la sporulation. Au bout de quatre à cinq jours, il est déjà partagé en deux hémisphères : l'un fertile, coloré en brun et montrant déjà les sporoblastes, l'autre stérile, resté blanc et renfermant des granulations destinées à former le pseudo-kyste latéral au moyen duquel s'effectuera la déhiscence du sporocyste à sa maturité. Une mince bande noire équatoriale marquant la future ligne de déhiscence, sépare les deux hémisphères.

» Au bout d'une quinzaine de jours, les spores sont mûres. Le kyste se sépare en deux valves au niveau de la bande équatoriale et les spores sont mises en liberté par un mécanisme assez compliqué.

» Les spores ont la même forme que celles des autres *Dactylophorides;* elles sont cylindriques, arrondies aux extrémités et mesurant 16^{μ} environ de longueur sur 6^{μ} de largeur. Elles ont une double paroi : l'épispore mince et fragile intimement appliquée sur l'endospore plus épaisse, résistante et présentant, à l'un des pôles seulement, un petit bouton hyalin fortement réfringent. A leur intérieur, les corpuscules falciformes se voient admirablement disposés autour du nucleus de reliquat.

» Par sa forme, le mode de sporulation et de déhiscence de ses kystes, par ses spores, cette grégarine doit évidemment se placer dans la famille des *Dactylophorides*, à côté des autres grégarines de Chilopodes; mais, dans cette famille, les genres déjà connus possèdent tous à la phase de sporadin deux segments distincts, un proto et un deutomérite, tandis que celle-ci, à cette même phase, ne comprend jamais qu'un seul segment; de plus, la structure assez régulière de son épimérite l'éloigne encore notablement de tous les autres genres de *Dactylophorides*.

» J'ai cru devoir en faire un genre nouveau qui vient ainsi compléter cette famille et je l'ai appelée *Rhopalonia Geophili*.

» La famille des *Dactylophorides* comprendra donc maintenant cinq

genres correspondant à chacun des types de Chilopodes. Ces genres diffèrent seulement pendant leur phase de parasite proprement dit (phase de céphalin et de sporadin) s'effectuant à l'intérieur de l'hôte et pour laquelle l'appareil de fixation et les segments se sont diversement modifiés selon les milieux où ils devaient se développer; au contraire, dans leur phase libre (kyste, sporulation, spores) s'effectuant dans le milieu extérieur et échappant ainsi à l'influence modificatrice de l'hôte, ils présentent une remarquable uniformité qui fait des *Dactylophorides* une famille naturelle des plus homogènes. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une Ustilaginée parasite de la Betterave* (Entyloma leproideum). Note de M. L. Trabut, présentée par M. Duchartre.

« Depuis un mois les Betteraves d'un champ d'expériences de l'École d'Agriculture de Rouiba présentent, au niveau de l'emplacement des premières feuilles cueillies, des nodosités d'un volume considérable, atteignant la grosseur du poing. Certaines betteraves portent une rangée complète de ces nodosités dont le poids total peut égaler le tiers du poids de la racine.

» Si l'on coupe un de ces tubercules noueux cancroïdes, on observe un parenchyme aqueux parcouru par des traînées vasculaires; le parenchyme est piqueté de nombreux points bruns que l'on reconnaît de suite pour des amas de spores en les examinant à la loupe.

» Au microscope ces spores très grosses (35μ) se montrent groupées dans des alvéoles au milieu du tissu conjonctif; elles sont arrondies, fortement cortiquées.

» Cette Ustilaginée ne me paraît pas s'éloigner beaucoup des *Entyloma;* cependant une étude plus approfondie est nécessaire pour fixer définitivement la diagnose de cette espèce, que je nomme provisoirement *Entyloma leproideum*.

» Les tubercules noueux comme ceux de la lèpre sont attachés par un pédoncule, et il est facile de constater que l'ensemble de la tumeur est formé aux dépens d'une feuille ou, dans d'autres cas, d'un bourgeon entier.

» Le mal que ce nouveau parasite de la Betterave peut occasionner est encore peu évident. Cette année l'*Entyloma* ne s'est développé que sur des betteraves ayant atteint toute leur croissance. Ces tumeurs doivent cependant puiser dans les réserves de la racine. Sont-elles comestibles? ou

peuvent-elles occasionner des accidents? Ces questions seront examinées ultérieurement.

» L'origine de ce nouveau parasite doit être recherchée chez les *Beta vulgaris* spontanés, très abondants partout en Algérie. Il est probable que l'*Entyloma* qui fait l'objet de cette Note vit sur la plante sauvage sans avoir attiré, jusqu'à ce jour, l'attention des mycologues. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une maladie de la Vigne causée par le* Botrytis cinerea. Note de M. **L. Ravaz**, présentée par M. Duchartre.

« Une maladie de la Vigne, inconnue jusqu'ici dans sa cause, s'est déclarée, ce printemps, avec quelque apparence de gravité dans les vignobles des Charentes et de la Gironde. Les altérations qu'elle détermine sur les feuilles sont couleur de rouille, à contour irrégulier et mal délimité, les bords nuancés de vert. Elles atteignent $0^{m},04$ ou $0^{m},05$ de diamètre, en moyenne $0^{m},02$ ou $0^{m},03$. Elles sont au nombre de une, deux, trois par feuille, et dans le dernier cas, qui est assez rare, elles entraînent la mort de la presque totalité du limbe. Quand elles se déclarent près du pétiole, elles déterminent la dessiccation de toutes les nervures et, conséquemment, la mort de la feuille.

» La maladie attaque également les tiges; je l'ai observée sur les rameaux de jeunes plants élevés en pépinière en plein champ. Il est aussi probable qu'elle est la cause d'une pourriture spéciale des pédoncules et des pédicelles des grappes de raisin que j'ai observée au printemps, dans plusieurs vignobles.

» Les altérations des feuilles présentent à première vue une assez grande analogie avec les altérations dues au *mildiou*. Les vignerons les confondent fréquemment avec ces dernières. Elles s'en distinguent facilement par l'absence des fructifications blanches du *Peronospora viticola* à l'envers de la feuille. Par contre, sur les deux faces, mais surtout en dessous, elles portent une moisissure grise qui est le *Botrytis cinerea*. Ce Champignon est abondant au centre de la tache; c'est là que ses fructifications sont le plus nombreuses; elles sont plus rares près des bords. Mais des coupes tangentielles intéressant à la fois des parties saines et des parties malades montrent dans les tissus, qui paraissent encore sains ou qui sont à peine altérés, la présence du mycélium du *Botrytis cinerea*.

» J'ai voulu m'assurer par des preuves directes du parasitisme de cette

plante. Des spores jeunes ont été répandues sur de jeunes plants de Vigne cultivés en serre, à la station viticole de Cognac, et maintenus à une température constante de 28°. L'infection a eu lieu à dix heures du matin; le soir rien d'apparent ne s'était encore produit; le lendemain matin, à huit heures, les feuilles infectées présentaient des lésions mesurant plus d'un centimètre de diamètre, en tout semblables à celles que j'ai observées dans les vignobles.

» Le développement du *Botrytis cinerea* est, comme on le voit, très rapide; mais il faut pour cela qu'il trouve réunies des conditions très favorables à son premier développement. Ses spores germent très facilement, dans l'eau de pluie, sur une plaque de verre. Je n'ai pu les faire développer sur les feuilles dans la même eau et à la même température. Par contre, dans un liquide nutritif approprié, leur germination nécessite moins de deux heures, et c'est en utilisant cette circonstance que j'ai pu communiquer si rapidement la maladie à des feuilles de Vigne.

» Ceci n'est pas d'ailleurs spécial au *Botrytis cinerea*. J'ai pu faire les mêmes remarques avec des *Phyllosticta* parasites, dont les spores, qui germent facilement sur une plaque de verre, se refusent à germer sur les feuilles des Vignes dont elles sont parasites, dans les mêmes conditions d'humidité et de chaleur. Peut-être faut-il en conclure que les feuilles et les organes herbacés portent ou sécrètent à leur surface des corps qui s'opposent non seulement à la pénétration, mais encore à la germination des spores de leurs parasites; et que ce n'est que dans des conditions toutes spéciales, ou qui suppriment aux organes herbacés leurs moyens de défense, ou qui constituent des milieux très favorables au premier développement de leurs parasites, que ceux-ci, et surtout ceux dont le parasitisme est peu accentué, peuvent attaquer les tissus vivants.

» Là est peut-être la raison de l'apparition intermittente en parasites sur des plantes vertes de certains Champignons qu'on est plus habitué à voir se développer en saprophytes. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Contribution à l'étude des géoclases conjuguées.* Note de M. STANISLAS MEUNIER.

« La tendance si manifeste des géoclases ou cassures terrestres (failles, joints, etc.) à constituer, dans une même région, des faisceaux conjugués a été étudiée par un grand nombre de géologues et M. Daubrée l'a soumise à des expériences aujourd'hui classiques. Je la reproduis expéri-

mentalement par un dispositif qui paraît éminemment favorable à une étude complète et qui, inspiré par celui qu'avaient adopté Alphonse Favre et de Chancourtois, s'en distingue cependant d'une manière très nette.

» A l'exemple d'Alphonse Favre, j'imite la contraction spontanée du noyau fluide du globe terrestre par le retour à sa dimension primitive d'une bande de caoutchouc étirée et, comme de Chancourtois, je représente les masses rocheuses non contractiles par une couche mince de stéarine.

» L'emploi du ballon sphérique de ce dernier géologue empêche toute comparaison légitime avec le phénomène naturel à cause de l'immense épaisseur de la couche d'acide gras relativement à son rayon de courbure. Sur une surface plane, au contraire, l'analogie peut être continuée et les effets obtenus ne sont pas évidemment d'un autre ordre que les phénomènes à expliquer.

» Sur une bande de caoutchouc de 2^{mm} d'épaisseur, étirée de façon que sa longueur devienne 1,75 de ce qu'elle était d'abord, on dépose une couche de stéarine fondue et très chaude de 1^{mm} environ d'épaisseur; après solidification de celle-ci, on permet au caoutchouc de se retirer et l'on voit bientôt se dessiner des cassures dans des directions parfaitement déterminées. Quand la longueur de la bande est devenue 1,25 de ce qu'elle était avant toute extension, la stéarine est réduite en petits polyèdres pseudo-réguliers tout à fait comparables à ceux qui constituent tant de couches terrestres. Ils sont infiniment plus uniformes dans leurs dimensions comme dans leurs contours que ceux auxquels on arrive par les expériences de torsion.

» Les forces qui déterminent ces réseaux de fissures sont de deux ordres principaux tout à fait antagonistes; la contraction du caoutchouc dans le sens de la longueur de la bande et sa dilatation dans le sens de sa largeur : on les retrouve mais moins caractérisées dans les blocs faiblement plastiques soumis à l'action de la presse hydraulique. La contraction donne deux systèmes de cassures; la dilatation en produit un troisième; je poursuis leur étude à l'aide d'un appareil particulier. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Variations de la période latente de coagulation du lait présuré*. Note de **C. Pagès**, présentée par M. Aimé Girard.

« Nous appelons *période latente de coagulation* du lait présuré, le temps qui s'écoule depuis la mise en présure jusqu'à la prise en masse du liquide. Dans des conditions normales, en dehors, par conséquent, de toute falsifi-

cation, cette période varie notablement; chez une même espèce, les causes de ces variations peuvent être rapportées à l'animal, aux conditions hygiéniques et alimentaires dans lesquelles il vit, ou aux modifications subies par le lait lui-même depuis la traite.

» 1° Causes tenant a l'animal. — *a. Age.* — Le lait d'une jeune femelle coagule plus vite que celui d'une femelle adulte, et *a fortiori* que celui d'une femelle vieille; chez une chevrette d'un an et une chèvre de cinq ans, par exemple, la durée de la période latente de coagulation peut varier dans le rapport de 1 à 3.

» *b. Age de la sécrétion mammaire.* — Le jeune lait coagule plus vite que le vieux lait; dans une détermination faite sur deux vaches flamandes, dont l'une avait mis bas depuis un mois et l'autre depuis un an, les temps de coagulation étaient dans le rapport de 8 à 10; dans une autre détermination faite sur deux vaches hollandaises, dont l'une avait mis bas depuis deux mois et l'autre depuis trois ans, le rapport était de 5 à 8.

» C'est un fait remarquable, d'ailleurs, que les différences dans la durée de la période latente s'exagèrent beaucoup lorsque les laits, jeunes ou vieux, sont portés à l'ébullition; le rapport des temps de coagulation devient alors facilement 1 à 6, 1 à 10 et plus.

» *c. Age du lait relativement à l'instant où il a été sécrété.* — Nous étudierons ailleurs les modifications complexes que subit le lait dans la mamelle; pour l'instant, nous ferons remarquer seulement que le lait récemment sécrété coagule plus vite que celui qui a séjourné longtemps dans la mamelle; de même, le lait de la fin de la traite coagule plus vite que celui du début.

» 2° Causes tenant a l'hygiène et a l'alimentation. — Ce sont, de beaucoup, les plus importantes. Il est des aliments comme les fourrages artificiels, la luzerne surtout (les regains plus encore que la première coupe), les betteraves, le son, etc., qui produisent un lait très sensible à l'action de la présure; il en est d'autres, comme la plupart des fourrages frutescents et arborescents, l'herbe et le foin de certaines prairies, etc., qui ont une action opposée. Entre les laits de deux vaches normandes de même âge et ayant vêlé à la même époque, dont l'une est nourrie, dans la Brie, de luzerne verte et de son, et dont l'autre, dans la Normandie, paît l'herbe fine des prairies naturelles, la différence des périodes latentes de coagulation est considérable. D'habiles fermiers normands, désireux de fabriquer dans leur pays le fromage dit *de Brie*, y ont transporté rapidement des présures de Brie qui avaient fait leurs preuves et les ont fait agir

dans des conditions aussi favorables que possible, sans arriver à cailler le lait assez vite, à la température relativement basse qui est une des conditions essentielles de cette fabrication; telle présure qui, à Sucy, coagule facilement, dans la soirée, le lait de la deuxième traite demande tout une nuit pour cailler à Fontenermont (Manche) le lait de la même traite, si bien que ce liquide subit plus ou moins l'acidification spontanée avant la prise du fromage en une masse compacte : cette durée de la période latente de coagulation est la cause principale, mais non la seule, de l'impossibilité de transporter en Normandie l'industrie si lucrative du fromage de Brie.

» Chez la chèvre l'herbe des prairies de plaines et les légumineuses produisent un lait dont la coagulation est très rapide et très complète ; les branches d'arbres, au contraire, donnent souvent un lait qui caille très lentement et très incomplètement : c'est ainsi que, dans la Bigorre et le Béarn, les bergers sont obligés de mélanger le lait de leurs chèvres au lait de leurs brebis dont la coagulation est toujours très facile. Cette durée de la période latente de coagulation est la cause principale, mais non la seule, de la difficulté de transporter dans la partie occidentale de la région pyrénéenne l'industrie du fromage de chèvre.

» Dans l'une de mes expériences sur la matière minérale du lait, j'ai constaté que l'alimentation par les sommités fleuries et grainées du lierre d'Irlande engendrait, chez la chèvre, un lait absolument incoagulable. Je n'ai jamais rencontré un lait semblable chez la vache; cependant, le lait d'une vache lourdaise exclusivement nourrie de foin d'altitude m'a paru très peu sensible à l'action de la présure; ce lait était extrêmement gras.

» 3° Causes tenant au lait lui-même. — *a. Séjour in vitro.* — Chez la chèvre, il n'y a pas de différence bien sensible entre le lait sortant de la mamelle et celui qui a été exposé un certain temps à l'air libre; chez la vache, au contraire, la durée de la période latente de coagulation est très inégale; une présure qui coagule en cinq minutes une certaine quantité de lait rassis, reporté à la température normale, caille presque instantanément la même quantité de lait chaud au moment où il sort du pis; ici encore l'ébullition accentue les différences pour le lait de vache.

» *b.* L'*ébullition* n'agit pas sur le lait de chèvre; par contre elle retarde, empêche même si elle est assez prolongée, la coagulation du lait de vache (j'ai déjà étudié, en collaboration avec M. Arthus, le rôle du gaz carbonique dans la coagulation du lait, bouilli ou non).

» *c.* Quoique la *dilution* soit une falsification, j'en dirai un mot ici. Elle

n'agit pas sensiblement sur le lait de chèvre, mais elle retarde, empêche même si elle est assez prononcée, la coagulation du lait de vache; cependant le colostrum qui, suivant le jour, est peu ou pas sensible à l'action de la présure, caille habituellement après dilution; si l'on ne tenait compte que de l'action de ce ferment, on pourrait donc dire que la dilution bonifie le lait de la période colostrale. »

M. Foveau de Courmelles adresse une Note ayant pour titre : « De la comparabilité des courants d'induction employés en Électrothérapie ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 JUIN 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Note sur le grand équatorial coudé de l'Observatoire de Paris;* par M. **Lœwy**.

« L'Observatoire de Paris a été mis, dans les premiers mois de 1891, en possession du grand équatorial coudé de $0^m,60$ d'ouverture et de 18^m de distance focale, construit par M. P. Gautier pour la partie mécanique et par MM. Paul et Prosper Henry pour la partie optique. Depuis, tous les astronomes français ou étrangers qui ont visité l'Observatoire ont pu constater par eux-mêmes la puissance du nouvel instrument et la perfection des organes destinés à en faciliter l'emploi.

» Comparé à la première lunette du même type, installée en 1882, le

grand équatorial coudé réalise des perfectionnements importants sur lesquels il me semble utile d'appeler l'attention de l'Académie.

» En premier lieu, le grand miroir, sur lequel viennent d'abord se réfléchir les rayons émis par les astres, n'est plus exposé à l'air libre qui en altérerait assez rapidement l'argenture. Il est placé en arrière de l'objectif, par conséquent à l'intérieur du tube de la lunette.

» Le régulateur du mouvement d'horlogerie, établi d'après le système de Foucault, a reçu une masse additionnelle, mobile le long d'une coulisse au gré de l'observateur. On a ainsi la faculté de faire varier la vitesse du mouvement d'horlogerie dans des limites assez étendues pour suivre le déplacement en ascension droite de la Lune et en général des astres mobiles. Le succès de cette utile innovation fait honneur à notre habile constructeur, M. P. Gautier.

» La transmission du mouvement en déclinaison, du grand miroir au cercle divisé, ne se fait plus par l'intermédiaire de longues tiges et d'engrenages coniques donnant lieu à des temps perdus inévitables. Elle a lieu maintenant au moyen de deux cylindres concentriques aux tubes principaux de l'instrument, placés à l'intérieur et commandés par des vis tangentes identiques. La rotation du grand miroir s'obtient maintenant avec une précision et une facilité qui paraîtront très remarquables si l'on considère l'importance des masses mises en jeu.

» L'instrument a pu être dirigé sur le ciel dès le mois d'avril 1891; mais, à cette époque, l'outillage scientifique accessoire faisait encore défaut, et les crédits destinés pour l'acquérir n'étaient pas encore votés. Il fallait donc prévoir une longue période d'attente avant de pouvoir obtenir du grand équatorial coudé un service régulier et de l'appliquer à des recherches suivies dans le ciel. En effet, le crédit nécessaire pour atteindre ce but n'a pu être accordé qu'en 1892. La construction et le montage des appareils auxiliaires ayant réclamé environ une année, il n'a été possible d'entreprendre les premiers travaux d'investigation qu'en octobre 1893. Je me suis proposé d'utiliser ce délai forcé pour faire une étude minutieuse des circonstances qui peuvent nuire aux qualités optiques de l'instrument et des perfectionnements qu'il serait possible d'introduire pour s'en affranchir.

» Une première partie de la recherche, exécutée en collaboration avec M. Puiseux, a porté sur l'orientation de l'instrument et sur son ajustement mécanique. Nous avons trouvé ici une application intéressante des considérations développées par nous dans un précédent Mémoire sur la théorie

de l'équatorial coudé, et communiquées à l'Académie dans leurs traits essentiels, en 1888. Les coordonnées absolues d'étoiles connues déduites des lectures faites sur les cercles de l'instrument seraient d'accord avec les coordonnées vraies si l'orientation de la lunette et l'ajustement mécanique des diverses pièces ne laissaient rien à désirer. En fait, il se manifeste des différences variables quand on passe d'une région du ciel à l'autre. Le même fait se produit quand on maintient une même étoile au centre du champ de la lunette, surtout si cette étoile est voisine du pôle. La loi de cette variation peut être prévue par la théorie. Les nombres observés mettent aussi sur la voie des imperfections inévitables dans une première installation et permettent d'en assigner les valeurs numériques. Les résultats de ce premier travail, communiqués au constructeur, lui ont permis d'arriver à un réglage très satisfaisant.

» Quelque soin que l'on ait apporté dans l'installation, des écarts variables se manifestent encore si l'on passe d'une position de la lunette à une autre. On doit y voir l'indice d'une flexion des tubes sous l'action de la pesanteur. Cette flexion, dont la loi a été prévue, est particulièrement sensible dans notre instrument, en raison de sa grande longueur. Elle produit sur les images formées dans le plan focal des déplacements qui peuvent aller à 20^{mm} ou 25^{mm}. Ces flexions, constatées par l'observation pendant la rotation de l'instrument, apportent à la théorie une vérification qui mérite d'être remarquée, mais il n'en résulte aucune difficulté pour trouver et suivre les astres dans les diverses régions du ciel.

» Mon attention s'est portée ensuite sur la qualité des images données par l'objectif. Très belles dans les conditions normales, elles offraient souvent, au début, des irrégularités appréciables, nuisibles à la précision des mesures. Ces défauts pouvaient être attribués soit aux conditions atmosphériques, soit à une déformation accidentelle des miroirs. De longues et minutieuses études ont été nécessaires pour en déterminer les causes et pour en combattre les effets dans la mesure du possible. On a eu recours, dans ce but, à un nouveau mode d'attache de l'objectif et des miroirs. Ils reposent maintenant d'une manière exclusive sur une couche de flanelle qui assure une répartition plus égale des pressions; le contact qui se produisait autrefois entre les griffes métalliques et les surfaces argentées se trouve ainsi évité.

» On arrive, de cette façon, à rendre la qualité des images indépendante de la position de la lunette. Mais on a constaté que les étoiles demandaient un temps considérable pour reprendre leur aspect normal,

chaque fois que l'instrument avait eu à subir une variation rapide de température. Cette circonstance indiquait la nécessité d'une modification de la cabane, nécessité prévue d'ailleurs dès le début de la construction ; mais l'expérience seule pouvait indiquer la meilleure voie à suivre pour assurer à l'appareil un fonctionnement toujours régulier. L'examen des images, fait dans les conditions de température les plus variées, la lecture suivie de thermomètres placés au voisinage des diverses parties de l'instrument, ont montré qu'il convenait de rendre les parois de la cabane plus épaisses et moins conductrices de la chaleur. Ainsi qu'on l'avait déjà fait avec succès à l'observatoire de Nice, on a donné à la cabane un revêtement intérieur en bois, et l'on a rempli l'interstice avec du varech. La protection obtenue ne s'est pas encore trouvée suffisante pendant les chaudes journées de l'été. Après avoir expérimenté divers moyens, on a fini par établir une toile protectrice, fixée sur la cabane et tendue à $0^m,50$ ou $0^m,60$ en avant des parois, qui se trouvent ainsi soustraites au rayonnement direct du Soleil. Les dernières épreuves ont montré l'efficacité de cette disposition. L'instrument pourra désormais être maintenu à une température presque invariable et rendre d'excellents services, en rapport avec sa puissance optique, toutes les fois que les circonstances atmosphériques seront favorables.

» La stabilité de l'instrument étant ainsi assurée, tant au point de vue mécanique qu'au point de vue optique, on a remplacé l'objectif primitivement employé par un autre, également construit par MM. Henry, et spécialement achromatisé en vue de la Photographie.

» En même temps, M. Gautier entreprenait la construction d'une chambre noire et d'un porte-châssis destiné à l'obtention d'épreuves directes, sans agrandissement.

» Ce dernier appareil, que nous avons déjà eu l'occasion d'expérimenter, fournit des images nettes au foyer de l'instrument dans toute la surface d'une plaque de 18^{cm} sur 24^{cm}. Aucun des instruments actuellement en service ne donne, croyons-nous, une image directe d'une telle étendue. Le même appareil comporte un double mouvement de rotation autour de l'axe et un mouvement de translation suivant l'axe. On a ainsi toutes les facilités désirables pour orienter le cliché et rechercher la position précise du foyer chimique.

» Une difficulté particulière s'est rencontrée ici. On sait que l'un des progrès essentiels dans les photographies à longue pose consiste à associer à la lunette photographique un appareil optique de puissance convenable,

de manière à pouvoir s'assurer à tout instant qu'une étoile déterminée fait toujours son image au même point du champ.

» Les dimensions de notre grand équatorial coudé rendaient cette solution inapplicable, mais nous avons pu y suppléer en profitant de la grande étendue du champ focal. Un oculaire pointeur, monté sur le porte-châssis, permet d'observer directement une portion de l'image. Il peut recevoir un mouvement circulaire ou radial, de manière à être dirigé à volonté sur un point quelconque du champ. L'observateur, en appliquant l'œil à cet oculaire et les mains sur les deux mouvements de rappel, aura toute facilité pour suivre le mouvement des astres.

» Si l'on veut reproduire des objets célestes qui ne réclament qu'une pose de peu de durée, l'emploi de l'oculaire pointeur est inutile, et il suffit de régler au préalable le mouvement d'horlogerie. C'est ainsi qu'ont été obtenues les photographies de la Lune, que j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie, et qui nous paraissent pouvoir soutenir la comparaison avec tout ce qui a été produit jusqu'à présent dans cet ordre de recherches. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *La matière verte chez les Phyllies, Orthoptères de la famille des Phasmides.* Note de MM. **Henri Becquerel** et **Charles Brongniart.**

« On a considéré longtemps la chlorophylle comme n'existant que dans les végétaux, et, quand cette matière a été signalée chez les animaux, on a presque toujours reconnu qu'il s'agissait soit de chlorophylle contenue dans le tube digestif, soit d'algues parasites formant une symbiose avec ces animaux. Les études relatives à cette question ont été résumées l'année dernière dans un long travail par M. E.-L. Bouvier [1].

» Cependant on a déjà trouvé la chlorophylle à l'état diffus dans certains Infusoires qui paraîtraient la former de toutes pièces. Ce fait n'a pas encore été signalé chez lesI nsectes.

» Parmi ceux-ci, il en est dont la coloration verte est due à un pigment qui n'a rien de commun avec la chlorophylle. D'autres, au contraire, tels que certains Orthoptères de la famille des Phasmides, les Phyllies,

---

(1) E.-L. Bouvier, *La chlorophylle animale et les phénomènes de symbiose entre les algues vertes unicellulaires et les animaux* (*Bull. Soc. Philomathique de Paris*, 8e série, t. V, n° 2, p. 72; 1893).

ressemblent tellement à des feuilles vertes que l'on est porté à attribuer leur couleur à de la chlorophylle répandue dans tout leur corps. C'est la question que nous nous sommes proposé d'examiner.

» Ces insectes, dont la femelle ne vole pas et dont le mâle vole à peine, se rencontrent dans des points isolés, aux Seychelles, à Java, à Sumatra, à Bornéo; au Laos, à Sylhet dans l'Inde; à la Nouvelle-Calédonie, aux Célèbes, aux Fidji, à la Nouvelle-Bretagne, aux Nouvelles-Hébrides.

» Les naturalistes leur ont donné le nom générique de *Phyllium* parce que ces êtres offrent absolument l'aspect d'une feuille. Ils ont en effet un abdomen aplati, et leurs pattes sont munies d'expansions lamelleuses. La femelle ne possède pas d'ailes au métathorax, mais porte au mésothorax une paire d'élytres que l'on prendrait absolument pour des feuilles avec leurs nervures.

» Les œufs des Phyllies ressemblent à des graines, non seulement par leur forme extérieure, mais même par la structure de leur enveloppe, comme l'a montré M. Henneguy en 1890 [1].

» Les Phyllies sont phytophages et se nourrissent surtout de feuilles de goyavier (*Psidium pyriferum*). L'un de nous a eu l'occasion d'étudier le développement complet du *Phyllium pulchrifolium* en 1887, grâce à des œufs qui avaient été envoyés de Java. En naissant, la jeune Phyllie n'est pas verte, mais d'un beau rouge de sang, couleur qu'elle ne garde pas. Elle devient jaune, en effet, au bout de quelques jours, après avoir mangé avec avidité, et, après avoir opéré sa première mue, elle est verdâtre. La teinte verte s'accentue ensuite à chaque changement de peau.

» Ayant en ce moment à notre disposition des nymphes de Phyllies provenant des Seychelles (*Phyllium crurifolium* Serville), nous nous sommes proposé de rechercher si l'on pouvait attribuer à la chlorophylle la magnifique couleur verte de ces curieux insectes, couleur très intense, principalement sur les côtés aplatis de l'abdomen. Une dissection nous montra que sous les téguments chitineux se trouvait une couche verte au milieu de laquelle se distribuent en très grande abondance de fines trachées.

» L'examen histologique nous fit reconnaître sous les lames de la membrane chitineuse la couche chitinogène ou hypoderme formée de grosses cellules arrondies variant de dimensions et à noyaux plus réfringents que le protoplasma de la cellule. Ces cellules sont entourées d'un tissu con-

---

[1] Henneguy, *Sur la structure de l'enveloppe de l'œuf des Phyllies* (*Bull. Soc. Philomathique de Paris*, 8e série, t. II, n° 1, p. 18; 1890).

jonctif au milieu duquel se trouve une grande quantité de petits grains dont la coloration verte est extrêmement intense, même à un pouvoir amplifiant considérable. Ces petits corps verts sont ovoïdes et semblent amorphes même lorsqu'ils sont vus avec un très fort grossissement. On ne peut donc pas les considérer comme étant des algues parasites.

» Il était intéressant de savoir si cette matière verte présentait les caractères optiques de la chlorophylle des feuilles ; aussi avons-nous entrepris des recherches spectroscopiques qui ont donné les résultats suivants :

» Les animaux vivants ont été placés devant la fente d'un spectroscope et éclairés fortement soit par la lumière solaire, soit par la lumière du chalumeau oxyhydrique. Dans ces conditions, on observe dans le spectre une absorption considérable, caractérisée par une bande principale dans le rouge, très voisine de la raie B du spectre solaire, et trois autres bandes plus faibles. Déjà, en 1887, nous avions fait la même observation sur une Phyllie morte récemment et d'une espèce voisine (*Phyllium pulchrifollium*) et le spectre d'absorption observé est identique à celui que donnent les *Phyllium crurifolium*.

» Le spectroscope employé a été d'abord un spectrospe à un prisme de flint blanc, pour observer l'aspect général du spectre d'absorption, puis un spectroscope à vision directe, dont la dispersion était plus considérable que celle de l'instrument précédent, et qui a permis de fixer d'une manière plus exacte la position des bandes d'absorption par rapport à la position des raies du spectre solaire, et d'en déduire une valeur plus approchée des longueurs d'onde moyennes des limites diffuses des bandes observées.

» Nous ne nous sommes occupés que de la région visible du spectre. Les longueurs d'onde sont exprimées en millionièmes de millimètre. La région rouge extrême est fortement absorbée jusqu'à la longueur d'onde $\lambda = 730$ environ, puis on observe une forte bande 697-665 ayant son maximum vers 682, couvrant la raie B du spectre solaire. On distingue en outre des bandes plus faibles 582-576, puis 549-542, et 516-509, puis une trace d'absorption vers 496-490, et enfin une absorption continue à partir de $\lambda = 460$ environ.

» Si l'on replie deux fois l'animal sur lui-même, l'absorption commence vers $\lambda = 516$.

» Ce spectre se présente avec l'aspect du spectre de la chlorophylle. Si l'on compare ce spectre avec celui que donnent des solutions de la matière verte des feuilles soit dans l'alcool, soit dans l'eau additionnée de potasse,

soit dans le sulfure de carbone, on trouve que les spectres de ces solutions présentent de légères différences avec celui des Phyllies quant à la position des diverses bandes. On sait, du reste, que ces diverses solutions présentent entre elles des différences dues à des phénomènes d'ordre chimique, et étudiés par un grand nombre de physiciens (¹).

» Il convient en outre de rappeler que M. A. Gautier a trouvé que la matière verte des végétaux avait une composition différente d'une espèce à l'autre.

» Nous avons pensé que le spectre observé au travers de feuilles vivantes, sans qu'aucune action chimique préalable intervienne, donnerait des résultats plus directement comparables à ceux que présentent les animaux vivants. Ces prévisions ont été pleinement confirmées, et le Tableau suivant montre que le spectre d'absorption des Phyllies ne diffère pas sensiblement du spectre observé au travers des feuilles de différents végétaux.

Longueurs d'onde moyennes des limites des diverses bandes d'absorption
(en millionièmes de millimètre).

	α.	β.	γ.	δ.	ε.
Phyllies	697-665 max. 682	»	582-576	549-542	516-513
Feuille du goyavier	686-675,5-666-661				
Feuille d'oseille. 1° Fraîche	690-664-645				516
Feuille d'oseille. 2° Échauffée et altérée	695-664	615-604	»	545-534	516
Feuille de salsola	690-678-664				
Feuille de lierre. Nouvelle	686-672-664	»	trace 586-579	trace 549-537	510
Feuille de lierre. Ancienne	689-665	614	586-573	545	516-510

» Ces observations ont en outre révélé quelques particularités qui montrent comment l'analyse optique manifeste les moindres changements de la chlorophylle sous l'influence de la chaleur, et en même temps combien cette substance est facilement altérable. Ainsi, au travers d'une feuille d'oseille fraîche, la bande α apparaît seule, puis, sous l'influence de la forte chaleur du foyer qui l'éclaire, la feuille jaunit, s'altère, et les bandes β, δ et ε apparaissent en même temps que la bande α s'étale. Avec une feuille de lierre on observe des changements du même ordre; quand la feuille est fraîche la bande α s'étend de 686 à 672; au bout de quelques

(¹) Voir J. Chautard, *Recherches sur le spectre de la chlorophylle* (*Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. III, 1874) et Hansen, *Die Farbstoffe des Chlorophylls* (Darmstadt, 1889).

instants, sous l'influence de la chaleur de la source lumineuse, elle se déplace du côté le plus réfrangible et s'étend entre 678 et 669. La feuille présente à l'endroit échauffé une teinte très sombre.

» Pour compléter l'étude optique relative aux Phyllies, ajoutons que les produits de la digestion de l'animal, broyés dans de l'alcool absolu, donnent une dissolution verte très claire, fluorescente et présentant la bande α de la chlorophylle $\lambda = 669$.

» En résumé, on peut conclure de cette étude comparative que le spectre d'absorption observé au travers des Phyllies vivantes ne diffère pas de celui qu'on observe au travers des feuilles vivantes, et est dû à la chlorophylle.

» Nous avons entrepris des expériences relatives à la respiration de ces animaux, et nous avons déjà obtenu des résultats intéressants que nous espérons pouvoir communiquer prochainement à l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les homologues de la quinine; leur action physiologique et thérapeutique;* par M. E. **Grimaux**, en collaboration avec MM. **Laborde** et **Bourru**.

« J'ai montré, en collaboration avec M. Arnaud, que la cupréine, base retirée du *Quina cuprea*, est un corps de fonction mixte, alcaloïde-phénol, dont l'éther méthylique, est identique avec la quinine; d'autres éthers de la cupréine ont été préparés de telle sorte qu'on a obtenu la série suivante :

$C^{19}H^{21}Az^2O,OH$..........	Cupréine.
$C^{19}H^{21}Az^2O,OCH^3$........	Cupréine méthylique (quinine).
$C^{19}H^{21}Az^2O,OC^2H^5$.......	Cupréine éthylique (quinéthyline).
$C^{19}H^{21}Az^2O,OC^3H^7$.......	Cupréine propylique (quinopropyline).
$C^{19}H^{21}Az^2O,OC^5H^{11}$......	Cupréine amylique (quinamyline).

» Lors de mes recherches sur la morphine et sur la transformation en codéine et en codéthyline, M. Bochefontaine en avait fait l'étude physiologique comparée, et constaté que la codéthyline était plus active que ses homologues inférieurs. Il m'a paru qu'on devait trouver des différences de même ordre entre la cupréine et ses dérivés, la cupréine devant être moins active que la quinine, tandis que la quinéthyline et la quinopropyline auraient une activité plus grande, croissant avec le poids moléculaire du radical substitué. Les faits ont donné raison à cette prévision. Les essais physiologiques ont été faits avec M. Laborde, au laboratoire de Physio-

logie de la Faculté de Médecine; l'étude thérapeutique a été faite à l'hôpital de la Marine de Rochefort par M. le D[r] Bourru, médecin en chef de la Marine, qui a bien voulu me prêter son savant concours.

» Action physiologique. — *Cupréine.* — Administrée en injections sous-cutanées chez le cobaye, le chien et le lapin, elle amène une anesthésie locale qui persiste plusieurs jours, un abaissement thermique de 1°; on n'observe ni tremblement, ni aucun accident de nature convulsive. La dose toxique chez les cobayes de 250^{gr} à 300^{gr} est environ le double de celle de la quinine; elle est donc moitié moins toxique.

» *Quinéthyline.* — Les phénomènes sont du même ordre que ceux de la quinine, mais plus marqués; on observe l'ivresse quinique, l'analgésie du membre injecté, la stupeur, un tremblement bilatéral, un abaissement thermique moyen de 2° à 3°; elle est plus toxique que la cupréine et la quinine; une dose de 0^{gr},15 de base injectée à l'état de sel amène la mort chez un cobaye de 400^{gr}.

» *Quinopropyline.* — Action analogue, mais beaucoup plus intense pour de mêmes doses; à la dose de 0^{gr},025 chez un cobaye de 400^{gr}, on observe un abaissement thermique de 2° après quinze minutes et de 5° après deux heures; ivresse quinique, tremblement bilatéral, incoordination motrice, puis collapsus, stupeur, somnolence; l'animal est remis au bout de vingt-quatre heures. Quelques jours après, chez le même animal, une dose de 0^{gr},05 amène la mort avec des accès convulsifs, épileptiformes, et des phénomènes asphyxiques finaux. Comme il faut une dose double de quinine pour amener la mort chez un cobaye de plus faible poids (250^{gr} à 300^{gr}), on voit que la quinopropyline est environ quatre fois plus toxique que la quinine.

» En résumé, ces alcaloïdes ressemblent à la quinine dans leur action, mais plus marquée dans la quinéthyline et la quinopropyline, qui possèdent un pouvoir antithermique, sur l'animal sain, beaucoup plus considérable que celui de la quinine.

» Les essais thérapeutiques ont confirmé ce que faisait prévoir l'étude physiologique de ces alcaloïdes.

» Action thérapeutique. — *Cupréine.* — Cette base a été administrée à l'état de chlorhydrate neutre à huit malades atteints de fièvre paludéenne sans complications : deux quotidiennes, trois tierces et trois quartes, à des doses variant de 0^{gr},50 à 1^{gr},50. Elle n'agit qu'à la dose minima de 1^{gr}; son

action est lente et ne se fait pas sentir au premier accès, même une dose de $1^{gr},50$ n'a pas empêché un premier accès et a contribué seulement à enrayer le second : son action antipériodique doit être estimée au moins moitié plus faible que celle de la quinine. L'action hypothermique est faible, l'action toxique nulle; ni vertiges, ni bourdonnements.

» *Quinéthyline.* — Administrée à l'état de sulfate basique

$$(C^{21}H^{26}Az^2O^2, SO^4H^2)^2H^2O,$$

elle a été donnée à huit malades atteints de fièvres paludéennes ; elle s'est toujours montrée un excellent antipériodique, à la dose de $0^{gr},50$ à $0^{gr},75$. Elle a réussi dans plusieurs cas où le sulfate de quinine avait échoué ; ainsi, à la dose de $0^{gr},75$, elle a guéri en trois jours une fièvre que quatre doses de $0^{gr},80$ de sulfate de quinine n'avaient pas du tout modifiée. Dans une fièvre quarte sur laquelle le sulfate de quinine n'avait rien produit, deux doses de $0^{gr},50$ de sulfate de quinéthyline ont radicalement empêché le retour des accès, etc.

» Enfin, dans un cas de fièvre à forme méningitique, qui avait résisté à *dix doses* de sulfate de quinine, quatre doses de $0^{gr},50$ de quinéthyline ont coupé sans retour les accès.

» Comme antipériodique, la quinéthyline a donc une action supérieure à celle de la quinine.

» L'action toxique est nulle aux doses employées ; ni vertige, ni bourdonnement, ni aucun symptôme général.

» *Quinopropyline.* — Administrée à l'état de sulfate basique à des doses ne dépassant pas $0^{gr},60$, à cause de l'action toxique, elle a réussi dans six cas sur sept, mais elle a échoué dans un cas de fièvre quarte dont elle a seulement bouleversé le type. Comme antipériodique, elle agit à des doses plus faibles que sa congénère.

» Son action hypothermique s'est montrée surtout remarquable dans le cours d'une fièvre typhoïde ; à la dose de $0^{gr},50$, du troisième au huitième jour de la maladie, elle a fait tomber graduellement la température de $40^{\circ},3$ à $37^{\circ},4$.

» Le neuvième jour, la dose ayant été réduite à 25^{cgr}, la fièvre remonta le soir de 1° ; le lendemain, on revint à la dose primitive et la température ne remonta pas le soir.

» Cette base est très toxique, comme l'avaient montré les essais physio-

logiques; les malades, avec une dose seulement de 50^cgr, se plaignaient de bourdonnements, de vertiges, de nausées et d'un malaise général.

» Il résulte de ces expériences que la quinéthyline est un antipériodique bien supérieur à la quinine et qui trouverait son indication dans les cas où la quinine a échoué, et que la quinopropyline aura peut-être son emploi comme antithermique puissant dans les fièvres continues. »

ASTRONOMIE. — *Observations des planètes* AV (*Courty*, 11 *février* 1894), AZ (*Courty*, 5 *mars* 1894) *et de la comète Denning* (26 *mars* 1894, *faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux par MM.* G. Rayet, L. Picart *et* F. Courty. Note de M. G. Rayet.

Planète AV.

Dates 1894.	Étoile.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα planète.	ΔP planète.	Observ.
		h m s	m s	' "	
Févr. 16....	1	6. 2.14,60	+1. 5,15	+ 4.16,62	F. Courty
23....	2	6.53.17,70	−2.48,35	− 0.16,55	L. Picart
Mars 1....	3	6.34.21,52	−1. 3,42	−15.21,59	L. Picart
2....	4	7.19.37,35	−1.53,17	−16.57,17	L. Picart
7....	5	6.45.23,61	+4.38,42	− 0.32,83	L. Picart

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1894,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ' "	"
1..	½[Paris, n° 12252. — A.G.Z. Berlin 73-48, 77-44]	9.52.34,61	+1,87	67.10.53,2	+3,21
2..	A.G.Z. Berlin 247-33, 82-23	9.49.49,70	+1,93	66.51.52,3	+2,72
3..	⅓[Paris, n° 12042. — Weisse₂, H. IX, n° 860. — A.G.Z. Berlin 244-38, 79-24, 82-20]	9.42.53,99	+1,94	66.53.48,5	+1,90
4..	⅓[Paris, n° 12042. — Weisse₂, H. IX, n° 860. — A.G.Z. Berlin 79-24, 82-20, 244-38]	9.42.53,99	+1,94	66.53.48,5	+1,84
5..	Paris, n° 11867	9.32.41,82	+1,92	66.32.47,2	+0,74

Positions apparentes de la planète AV.

Dates 1894.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Févr. 16......	8.15. 1,9	9.53.41,63	$-\bar{1},592$	67°.15'.12",9	−0,639
23......	8.38.25,3	9.47. 3,28	$-\bar{1},499$	66.51.38,4	−0,592
Mars 1......	7.55.56,8	9.41.52,51	$-\bar{1},525$	66.38.28,8	−0,604
2......	8.37. 9,3	9.41. 2,76	$-\bar{1},426$	66.36.53,1	−0,569
7......	7.43.21,6	9.37.22,16	$-\bar{1},488$	66.32.15,1	−0,586

» Ces observations font suite à celles publiées dans les *Comptes rendus* du 19 février 1894.

PLANÈTE AZ.

Dates 1894.	Étoile.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα planète.	Δ℘ planète.	Observ.
		h m s	m s		
Avril 2......	1	11.23.35,62	−2.27,81	+8'.42",17	L. Picart
9......	2	11.34.25,78	−2.49,28	+0.24,70	L. Picart
10......	3	11.25.52,84	−2.46,42	−0.11,69	L. Picart
12......	4	12.11.32,02	−2.36,36	−0.59,06	L. Picart
Mai 14......	5	13.13. 0,61	−1.32,34	−1.12,65	F. Courty

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1894,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s		
1...	Weisse$_2$, H. IX, 453	9.23.59,69	+1,70	64°.51'.22",5	−2",41
2...	Weisse$_2$, H. IX, 453	9.23.59,69	+1,61	64.51.22,5	−2,91
3...	Weisse$_2$, H. IX, 453	9.23.59,69	+1,60	64.51.22,5	−2,98
4...	Weisse$_2$, H. IX, 453	9.23.59,69	+1,57	64.51.22,5	−3,14
5...	Paris, n° 11951	9.37.18,60	+1,19	65.43.57,4	−4,10

Positions apparentes de la planète AV.

Date 1894.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Avril 2....	10.38.34,4	9.21.33,58	$+\bar{1},370$	65°. 0'. 2",3	−0,525
9....	10.21.51,5	9.21.12,02	$+\bar{1},408$	64.51.44,3	−0,533
10....	10. 9.24,0	9.21.14,87	$+\bar{1},368$	64.51. 7,9	−0,524
12....	10.47. 3,9	9.21.24,90	$+\bar{1},494$	64.50.20,3	−0,565
Mai 14....	9.42.33,3	9.35.47,45	$+\bar{1},576$	65.42.40,6	−0,618

» Ces observations font suite à celles publiées dans les *Comptes rendus* des 12 mars et 2 avril 1894.

COMÈTE DENNING.

Dates 1894.	Étoile.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	ΔⓅ comète.	Observ.
		h m s	m s	′ ″	
Avril 2....	1	9.26.47,79	−2.21,86	− 1. 4,01	G. Rayet
9....	2	10.35. 7,56	−2.25,43	+ 3.26,04	G. Rayet
10....	3	9.58.17,76	+2.29,71	− 8.41,73	L. Picart
12....	4	11. 4. 6,91	+5.53,99	− 8.24,85	G. Rayet
30....	5	13.33. 5,38	−2. 8,88	− 5.27,59	G. Rayet
Mai 2....	6	13. 1.16,70	−1. 6,94	− 0.47,19	G. Rayet
4....	7	12.44.28,12	−1.20,17	−12.10,10	L. Picart

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1894,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1..	Bonn., t. VI + 22°, n° 1879	10.21.20,64	+2,05	61.35.18,9	+0,75
2..	Bonn., t. VI + 25°, n° 2299	10.42. 0,57	+1,98	65.10.29,5	+2,36
3..	Paris, n° 13178	10.39.40,14	+1,95	65.52.11,2	+2,27
4..	Weisse$_2$, H. X, n° 800	10.41.32,84	+1,92	66.52. 0,4	+2,45
5..	½[Weisse$_2$, H. XI, n^{os} 494-495. — Paris 14831]	11.28.46,80	+1,82	74.43. 3,5	+5,84
6..	Paris, n° 14181	11.31.27,61	+1,80	75.23.57,3	+6,02
7..	Weisse$_2$, H. XI, n° 578	11.35.20,15	+1,79	76.20.14,3	+6,32

Positions apparentes de la comète Denning.

Dates 1894.	Temps moyen de Bordeaux	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Avril 2.....	8.42. 5,7	10.19. 0,83	$-\bar{1},033$	61.34.15,7	−0,405
9.....	9.22.43,0	10.39.37,12	$-\bar{2},050$	65.13.57,9	−0,475
10.....	8.42. 3,3	10.42.11,80	$-\bar{2},926$	65.43.31,7	−0,498
12.....	9.39.49,8	10.47.28,75	$+\bar{2},545$	66.43.38,0	−0,516
30.....	10.57.37,5	11.26.39,74	$+\bar{1},361$	74.37.41,8	−0,662
Mai 2.....	10.17.52,4	11.30.22,47	$+\bar{1},223$	75.23.16,1	−0,661
4.....	9.53.24,6	11.34. 1,77	$+\bar{1},119$	76. 8.10,5	−0,665

» En mai la comète était devenue extrêmement faible et les observations étaient difficiles.

» Ces observations sont la suite de celles publiées dans les *Comptes rendus* du 2 avril 1894. »

PALÉONTOLOGIE. — *Découverte de Champsosauriens dans les gisements de phosphorite du suessonien de l'Algérie.* Note de M. **A. Pomel.**

« La famille des Champsosauriens et le genre *Champsosaurus* ont été établis par M. Cope pour des reptiles fossiles découverts d'abord dans l'Amérique du Nord, près de Laramie, dans une formation réputée crétacée supérieure, puis dans une formation éocène, dans la localité de Puerco. En France un type analogue, découvert près de Reims par M. Lemoine, fut décrit par Gervais sous le nom de *Simédosaure*, pour rappeler sans doute les Simosauriens du muschelkalk de Lunéville, dont les vertèbres ont la même structure.

» Des vertèbres, recueillies par M. Crookston dans son exploitation de phosphorites éocènes du Djebel Dyr de Tébessa, ont également appartenu à un Champsosaurien, mais elles constituent un type nouveau dans la famille. Les faces articulaires sont sub-biplanes et leur arc neural, seulement soudé par chondrose, s'en est détaché laissant sur le centrum vertébral une surface rugueuse. Cette surface verse légèrement en dehors sans déborder le corps vertébral dont elle occupe toute la surface vertébrale.

» La surface du centrum paraît formée de parties dissemblables partant du centre en rayonnant. D'abord sur l'axe une surface osseuse naturelle, presque plane, pour porter la moelle épinière, fortement étranglée à son milieu, figure deux triangles aigus opposés par leur sommet. Ils sont bordés chacun d'une surface fortement bosselée, étroite au milieu, s'élargissant en rayonnant vers le bord de la face articulaire, en versant un peu en dehors; elles sont contiguës, ou à peu près, sans sillon de séparation avec la surface du canal médulaire. Dans le sinus formé extérieurement par ces bandes bosselées, est une autre nature de surface triangulaire, parcourue de stries rayonnantes, entre lesquelles est un réseau de petites vacuoles ou cellules affleurant la marge du centrum. Du côté arrière cette surface est à peu près de niveau avec les bosselures, mais vers le côté antérieur elle s'abaisse du côté de l'angle et la surface bosselée forme un gradin très net et relève son plan en avant. Il résulte de cette disposition que la surface supérieure du centrum est légèrement déprimée vers le milieu et relevée vers les extrémités, surtout en avant.

» Le corps de la vertèbre est un peu rétréci en son milieu, sans carène en dessous, mais il se renfle un peu en bourrelet vers les bords de la face

articulaire; on n'y voit aucun tubercule ou apophyse. Cependant un fragment qui porte des traces des bosselures pour chondrostose et de face articulaire antérieure, porte sur ce côté un reste d'apophyse épaisse et saillante qui indique un sacrum mutilé.

» Les faces articulaires sont à peu près arrondies avec faible émarginure à leur bord supérieur; l'une de nos vertèbres, la mieux conservée, longue de $0^m,060$, est haute à la face antérieure de $0^m,050$ et large de $0^m,055$; son diamètre transversal au milieu est de $0^m,045$. On mesure $0^m,060$ de hauteur et $0^m,070$ de large sur un autre fragment de vertèbre indiquant un animal beaucoup plus grand que n'ont été les autres espèces précédemment connues. Deux autres vertèbres indiquent que ces organes s'épaississaient un peu dans une autre région du rachis, que nous ne pouvons encore déterminer : hauteur $0^m,050$, longueur $0^m,060$ et largeur $0^m,046$ pour une d'elles, hauteur $0^m,048$ et largeur $0^m,040$ pour une autre plus petite mais mutilée. Enfin une dernière vertèbre, malheureusement en mauvais état de conservation, montre une autre forme avec des dimensions beaucoup moindres : longueur $0^m,035$, largeur $0^m,030$, hauteur $0^m,028$.

» Nous nous abstiendrons d'autres considérations sur les caractères taxonomiques du singulier reptile dont nous venons de signaler quelques-uns des débris. En somme, il est encore trop incomplètement connu et nous devons espérer que des découvertes nouvelles, facilitées par les exploitations actives des couches de phosphorites de la région de Tébessa, nous faciliteront le complément de cette Note. Mais nous pouvons dire déjà que notre fossile ne peut être confondu avec le Simédosaure ni avec les Champsosaures d'Amérique et qu'il ne pourrait être classé dans nos catalogues sous un de ces noms génériques. Je propose de le dénommer *Dyrosaurus thevestensis* pour rappeler le Djebel Dyr et la ville de Tébessa, métropole de la région.

» Je crois devoir ajouter qu'une dent trouvée par M. Thomas dans un gisement analogue près d'Aïn-Fakroun pourrait bien avoir appartenu au Dyrosaurus; sa section est circulaire; elle porte une arête aiguë sur ses bords, sa surface est cannelée et toute couverte de très fines rugosités longitudinales, la base est cassée et l'on ne peut savoir quel était son genre d'insertion. »

M. C. Jordan fait hommage à l'Académie du Tome II de la deuxième

édition de son Ouvrage intitulé : « Cours d'Analyse de l'École Polytechnique ».

M. H. **Poincaré** fait hommage à l'Académie d'un volume intitulé : « Théorie des oscillations électriques » et du Tome II de son Ouvrage « Sur les méthodes nouvelles de la Mécanique céleste ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Chimie, en remplacement de feu M. *de Marignac*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 43,

M. Cannizzaro obtient. . . . . 35 suffrages
M. Mendelejeff » . . . . 7 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Cannizzaro**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions chargées de présenter une question pour chacun des prix ci-après désignés, à décerner en 1896.

Prix Vaillant. — MM. Fizeau, Daubrée, Bertrand, Berthelot, Darboux réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chauveau et Milne-Edwards.

Prix Gay. — MM. Grandidier, Bouquet de la Grye, Van Tieghem, Bassot, Milne-Edwards réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. d'Abbadie et Bornet.

Prix Pourat (*Physiologie*). — MM. Bouchard, Marey, Chauveau, Ranvier, Pasteur réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Perrier et Guyon.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la chromosphère du Soleil. Réponse à la dernière Note de M.* Hale. Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Tisserand.

« M. Hale, dans sa dernière Note, déclare avoir obtenu avant moi, en avril 1893, avec son grand spectrographe enregistreur, les formes des petites flammes des pôles sur le disque qui, d'après ses propres expressions (*Knowledge*, janvier 1894), semblaient lui avoir échappé, et que mon spectrographe, aussitôt construit, a données couramment, sans dispositions spéciales. Je reconnais volontiers cette priorité, en remarquant que la présence de ces flammes avait été décelée déjà en 1892 à Stonyhurst et Paris avec le spectroscope ordinaire, et que le P. Secchi avait signalé des facules faibles aux pôles. D'autre part, je dois maintenir mes premières observations sur le spectrographe de M. Hale, dont la grande dispersion, ainsi que je l'ai montré en novembre 1893, est nuisible à la photographie des formes et peut expliquer les difficultés et les retards éprouvés. D'ailleurs, M. Hale annonce qu'il emploie maintenant un appareil de dispersion faible, même plus faible que celle de mon spectrographe.

» Mais je passe au point qui, pour moi, est le plus important, parmi ceux qui nous ont divisés, à la position dans le Soleil, et aux dimensions des vapeurs de calcium reconnues sur le disque par l'un et l'autre à peu près simultanément. Sont-elles contenues dans les facules de la photosphère, comme le déclarait M. Hale en mars 1892, ou sont-elles au-dessus des facules, dans l'atmosphère même du Soleil, ainsi que je l'ai indiqué en février 1892, et établi par des preuves nombreuses? Je suis heureux de constater que M. Hale abandonne sa première idée. Il reconnaît maintenant que les images des spectrographes représentent la chromosphère entière, qui est ainsi décelée sur une étendue cent fois plus grande qu'auparavant (estimée dans le plan du contour apparent).

» De plus, j'ai annoncé (mars 1892) que les plages brillantes de la chromosphère qui correspondent aux parties hautes de la photosphère correspondent aussi, d'une manière générale, aux protubérances, ou tout au moins à des parties hautes de la chromosphère [1]. Mais, sur ce der-

[1] D'autre part, la hauteur totale des protubérances n'est pas liée seulement à

nier point, M. Hale présente encore plusieurs objections. Après avoir admis le fait seulement pour les cas rares (sept sur deux mille) observés par lui (*Knowledge*, janvier 1894), il l'admet maintenant pour les protubérances ayant une base plus brillante que la chromosphère voisine, et donc pour toutes les parties de la chromosphère au-dessus des facules un peu brillantes, ainsi qu'il résulte de l'expérience décrite dans ma Note précédente. Le nombre des cas est singulièrement augmenté, et toutes les protubérances dites *éruptives* sont comprises. En ce qui concerne les protubérances polaires et quiescentes, M. Hale oppose les faits suivants : aux pôles, les protubérances sont plus brillantes et larges que les petites flammes aux points correspondants du disque. De plus, d'après les astronomes italiens, la base des protubérances n'a pas, le plus souvent, un éclat plus grand que la chromosphère voisine. Or, d'après mes expériences, ces objections ne sont pas fondées.

» Pour comparer avec fruit les deux sortes de flammes, protubérances et flammes du disque, il ne faut pas les étudier séparément, soit au bord ou au centre, il faut les obtenir en même temps et les juxtaposer; par exemple, les examiner lorsqu'elles sont à cheval sur le bord, à la fois des deux côtés. Ainsi ai-je fait dans mes recherches.

» Je n'ai pas suivi le mode habituel de M. Hale, qui les obtient en deux poses différentes. Mon spectrographe des formes, en effet, donne aisément en une seule pose, avec les flammes du disque, non seulement la base des protubérances, comme l'appareil de M. Hale, mais les protubérances fortes et moyennes, jusqu'à une hauteur de 2′, et plus. Or les protubérances polaires se montrent au plus égales aux flammes correspondantes du disque; de plus, elles sont larges seulement avec une pose longue; elles ont, comme la plupart des protubérances quiescentes, la structure dite *filamenteuse*, les parties les plus intenses étant les filaments minces à la base et écartés. Mais les spectrographes des formes conviennent peu pour cette étude ([1]). Je leur préfère les spectrographes dits *des vitesses* que j'ai employés dans mes premières recherches et qui correspondent à la méthode des sections successives. Ils sont simples et, sans dépendre d'un réglage incertain, ils décèlent la raie de la flamme avec son intensité et

---

l'éclat de sa base ou à la hauteur de la photosphère, comme on le sait depuis longtemps, elle dépend probablement aussi de la couronne, surtout aux pôles.

([1]) Car, en réalité, ils ne donnent bien que les formes, et même des parties basses seulement.

sa largeur exactes, et donnent seuls, avec tous les éléments utiles du spectre, le bord exact du disque marqué par l'arrêt brusque du spectre continu et l'épaisseur de la chromosphère. Or, avec ces spectrographes, aux pôles, les intensités des raies de chaque côté du bord sont du même ordre.

» Quant à la seconde objection, elle est très diminuée lorsqu'on remarque que le plus souvent la partie haute des protubérances apparaît seule au delà du bord, la base étant en arrière ou en avant sur le disque. De plus, lorsque la base est au bord même, les parties ayant le même éclat que la chromosphère ont une hauteur ou une épaisseur plus grande qui suffisent à produire sur le disque une petite augmentation d'éclat, surtout lorsque, ainsi que dans le cas qui nous occupe, l'intensité moyenne est faible. De même, dans un tube de Gessler, l'intensité croît jusqu'à une certaine limite lorsque l'épaisseur du gaz illuminé augmente. A ce sujet, je signale des différences curieuses que les spectrographes par sections indiquent couramment ([1]), et qui complètent les premiers résultats. La raie chromosphérique (les raies intenses au-dessus des facules étant mises à part) est faible et à peine visible au centre du disque; mais près du bord, à l'intérieur, elle est plus nette et même plus forte ([2]); au delà du bord elle se prolonge par une raie égale ou même parfois supérieure ou plus large, surtout lorsque le prolongement est court. Ces différences s'expliquent par les épaisseurs différentes que présente à l'observateur la couche mince de gaz qui est la chromosphère.

» En terminant j'exprime le regret que M. Hale, après avoir reconnu la distinction entre les facules et les vapeurs qui les surmontent, conserve à ces dernières le nom de *facules*, et maintienne une confusion gênante. »

ASTRONOMIE. — *Application nouvelle de la gélatine bichromatée.* Note de M. **Izarn**, présentée par M. Tisserand.

« La couche extrêmement mince de gélatine bichromatée qui m'a servi à la reproduction photographique des réseaux (*Comptes rendus*, n° du 6 mars 1893) présente, malgré cette minceur, une adhérence, une inaltérabilité,

---

([1]) Les épreuves ont été faites avec le concours de mon assistant M. Millochau.
([2]) La raie noire centrale au bord du disque est aussi plus large.

en même temps qu'une transparence et une dureté telles, que l'idée m'est naturellement venue d'examiner s'il n'y aurait pas lieu de l'utiliser pour la protection de toutes les surfaces argentées qui s'altèrent si rapidement, soit au contact des corps solides, soit sous l'influence des gaz et de l'atmosphère.

» Les nombreux essais que j'ai faits à ce sujet n'ont fait que confirmer mes prévisions et je citerai, en particulier, qu'une lame de verre argentée et incomplètement gélatinée, abandonnée pendant vingt-quatre heures dans une atmosphère chargée d'hydrogène sulfuré, a noirci complètement sur la partie non protégée, tandis que le reste n'a subi aucune modification; une autre pareille, abandonnée pendant un an et oubliée sur un rayon d'un laboratoire de chimie, s'est comportée de même, sauf que la partie recouverte portait naturellement une épaisse couche de poussière dont le blaireau et la peau de daim ont eu immédiatement raison.

» Dans ces conditions, j'ai songé à appliquer le procédé aux miroirs télescopiques et j'ai eu la bonne fortune de trouver, auprès de M. Baillaud, directeur de l'Observatoire de Toulouse, que je ne saurais trop remercier, l'accueil le plus encourageant et le plus affectueusement empressé. Grâce à lui, j'ai pu argenter et gélatiner, aussitôt après, un miroir de Foucault de $0^{m},33$, et j'ai reçu, ces jours-ci, la nouvelle que, sous le rapport de la netteté et de la clarté des images, ce miroir se comporte admirablement. C'est au temps maintenant à nous apprendre si, ce dont je ne doute pas, ces qualités se maintiennent au point que le procédé arrive à s'imposer dans tous les observatoires.

» Il est d'ailleurs convenu que ce gélatinage sera appliqué aussi, dès que la chose sera possible, au grand miroir de $0^{m},83$ du même observatoire de Toulouse.

» Les miroirs plans des télescopes, les plaques argentées et quadrillées qui servent pour la Carte du Ciel et qui sont si rapidement mises hors de service, seront forcément justiciables de la même opération et j'estime que là ne se borneront pas encore les applications. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une application des fractions continues.* Note de M. **Stieltjes**, présentée par M. Picard.

« Soit

$$F(z) = c_0 + c_1 z + c_2 z^2 + \ldots,$$

une série à coefficients réels. Admettons que tous les déterminants

$$A_n = \begin{vmatrix} c_0 & c_1 & \dots & c_{n-1} \\ c_1 & c_2 & \dots & c_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{n-1} & c_n & \dots & c_{2n-2} \end{vmatrix}, \qquad B_n = \begin{vmatrix} c_1 & \dots & c_n \\ \dots & \dots & \dots \\ c_n & \dots & c_{2n-1} \end{vmatrix},$$

soient positifs. On peut conclure de là :

» 1° Que tous les coefficients c_n sont positifs ;

» 2° Que le rapport

$$\frac{c_{n+1}}{c_n}$$

va toujours en croissant avec n.

» Deux cas peuvent se présenter, ou bien ce rapport croît avec n au-delà de toute limite, ou bien ce rapport tend vers une limite finie. Admettons encore que ce soit le second cas qui arrive et que

$$\lim \frac{c_{n+1}}{c_n} = \lambda.$$

» La fonction $F(z)$ est alors définie par la série d'abord pour les valeurs

$$|z| < \frac{1}{\lambda}.$$

» Mais cette fonction $F(z)$ existe en réalité dans tout le plan et y est partout régulière. Elle admet seulement comme ligne singulière le segment de l'axe réel entre $x = \frac{1}{\lambda}$ et $x = \infty$.

» C'est ce qui résulte de nos recherches sur les fractions continues dont nous avons terminé la rédaction. En effet, on a

$$F(z) = \cfrac{b_0}{1 - \cfrac{b_1 z}{1 - \cfrac{b_2 z}{1 - \cfrac{b_3 z}{1 - \dots}}}},$$

où

$$b_0 = A_1, \qquad b_{2n-1} = \frac{A_{n-1} B_n}{A_n B_{n-1}}, \qquad b_{2n} = \frac{A_{n+1} B_{n-1}}{A_n B_n}.$$

» On démontre que cette fraction continue est convergente dans tout le

plan et y représente une fonction analytique avec le caractère que nous venons d'indiquer.

» En général, c'est-à-dire tant qu'on n'introduit pas de nouvelles conditions restrictives relatives aux coefficients c_n, la partie de l'axe réel entre $x = \frac{1}{\lambda}$ et $x = \infty$ est une véritable ligne singulière et l'on ne peut pas continuer analytiquement la fonction $F(z)$ en traversant cette ligne. Mais, dans des cas particuliers, les choses peuvent se simplifier, et c'est précisément sur un cas de cette nature que nous voudrions appeler l'attention ici.

» L'étude du beau Mémoire *Sur les équations de la Physique mathématique*, que M. Poincaré vient de faire paraître (*Comptes rendus de la Société mathématique de Palerme*, t. VIII), nous a suggéré l'idée de poser cette question : dans quel cas la fonction $F(z)$ est-elle méromorphe dans tout le plan?

» La réponse est d'une simplicité inattendue.

» *Pour que la fonction* $F(z)$ *soit méromorphe dans tout le plan, il faut et il suffit que l'on ait, pour* $n = \infty$,

$$\lim b_{2n-1} = \lim b_{2n} = 0.$$

» Si ces conditions se trouvent vérifiées, on a

$$F(z) = C + \sum_{1}^{\infty} \frac{m_n}{\alpha_n - z}.$$

» Les pôles α_n sont naturellement tous réels et $\geqq \frac{1}{\lambda}$, le premier d'entre eux est $\alpha_1 = \frac{1}{\lambda}$. Les coefficients m_n sont positifs, C est une constante positive ou nulle dont la valeur peut s'exprimer ainsi :

$$C = \lim \left(A_{n+1} : \frac{\partial A_{n+1}}{\partial c_0} \right)_{n=\infty}. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales algébriques des équations différentielles linéaires du second ordre.* Note de M. **P. Vernier.**

« Lorsqu'une fonction est définie par une équation différentielle, la première question qui se présente au point de vue théorique est de savoir si cette fonction se ramène à des fonctions déjà connues, ou bien si elle est elle-même une transcendante nouvelle. Dans le cas du second ordre on

peut étudier les modifications que subit une intégrale de l'équation proposée lorsque la variable, circulant autour de l'un des pôles, revient au même point. Si l'intégrale présente un nombre indéfini de valeurs, lorsque la variable revient au même point en circulant indéfiniment autour d'un pôle, c'est-à-dire autour du point qui correspond à l'une des valeurs de la variable qui rendent infinie la valeur de l'un des coefficients de l'équation

$$\frac{d^2y}{dx^2}+p\frac{dy}{dx}+q=0,$$

l'intégrale est nécessairement transcendante et, dans ce cas, on peut, à l'aide de théorèmes dus à Liouville (*Journ. de Math.*, t. IV), reconnaître si elle s'exprime ou non au moyen de transcendantes connues. Après avoir ramené l'équation linéaire du second ordre à la forme $\frac{d^2y}{dx^2}=\mathrm{P}y$, on recherche les conditions nécessaires pour que cette équation définisse une fonction finie explicite de x, en appelant ainsi une fonction que l'on peut écrire au moyen d'un nombre limité de signes algébriques, exponentiels, logarithmiques et de signes $\int$ d'intégration indéfinie relative à la variable x.

» D'après lui, pour décider si $\frac{d^2y}{dx^2}=\mathrm{P}y$ peut être satisfaite par une fonction finie explicite de x, sans que son intégrale complète soit algébrique, il suffit d'examiner si l'on peut satisfaire à l'équation $\frac{dt}{dx}+t^2=\mathrm{P}$, en prenant pour t une fonction rationnelle de x ou une fonction définie par une équation algébrique de second degré dont les coefficients soient des fonctions rationnelles. La méthode à suivre pour résoudre ce dernier problème est suffisamment indiquée par Liouville dans les cas particuliers dont il s'est occupé. C'est pourquoi je me suis attaché à la recherche des intégrales algébriques.

» Je suis arrivé à démontrer qu'il existe une limite pour le degré de l'équation vérifiée par la dérivée logarithmique

$$t=\frac{1}{y}\frac{dy}{dx}$$

de l'intégrale cherchée. L'équation

$$\frac{dt}{dx}+t^2=\mathrm{P},$$

lorsqu'elle s'intègre sous forme finie, est vérifiée, ou bien par une fonction

rationnelle de x, ou bien par les racines d'une équation du 2^e, du 4^e, du 6^e ou du 12^e degré dont les coefficients sont des fonctions rationnelles de x. J'ai obtenu ce résultat comme conséquence du théorème suivant, relatif à l'équation linéaire du second ordre.

» *Si l'intégrale générale de l'équation*

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \mathrm{P}x$$

est algébrique, elle est de la forme

$$cy + c'y_1,$$

les intégrales particulières y, y_1 *étant :*

» 1° *Soit déterminées par les équations*

$$y^m = \mathrm{A}, \qquad y_1 = \frac{\mathrm{A}}{\mathrm{B}},$$

A *et* B *désignant deux fonctions rationnelles de la variable* x.

» 2° *Soit des racines d'une équation trinome*

$$y^{2m} + p_1 y^m + p_2 = 0.$$

» 3° *Soit enfin des racines d'une équation*

$$y^{\mathrm{N}\mu} + p_1 y^{(\mathrm{N}-1)\mu} + p_2 y^{(\mathrm{N}-2)\mu} + \ldots + p_{\mathrm{N}} = 0,$$

dans laquelle N *et* μ *sont pris dans l'un des systèmes*

$$\begin{aligned} \mathrm{N} &= 4, & \mu &= 6, \\ \mathrm{N} &= 6, & \mu &= 8, \\ \mathrm{N} &= 12, & \mu &= 10. \end{aligned}$$

» En prenant comme variable auxiliaire non plus la dérivée logarithmique de l'intégrale cherchée, mais le produit de deux intégrales particulières, que j'ai désigné par y et $\psi(y)$, je suis à parvenu une méthode pratique de détermination des intégrales algébriques qui est développée dans mon Mémoire.

» J'ai été amené à étudier, par la méthode en question, l'équation différentielle du second ordre, dont une intégrale particulière est développée par la série hypergéométrique de Gauss. Une partie de la question avait déjà été résolue, par Schwartz (*Journal de Crelle*, 1873), par la méthode de représentation géométrique des fonctions due à Riemann. L'accord de

mes résultats avec ceux du savant géomètre allemand est une vérification de la méthode par laquelle je les ai obtenus. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux dérivées partielles du second ordre*. Note de M. **X. Stouff**, présentée par M. Darboux.

« Étant données une équation aux dérivées partielles du second ordre et une courbe dépendant d'un paramètre λ, on peut se proposer de faire passer une surface satisfaisant à cette équation aux dérivées partielles par deux positions de la courbe correspondant aux valeurs λ et $\lambda + \Delta\lambda$ du paramètre. Le problème peut être résolu par des séries procédant suivant les puissances de $\Delta\lambda$. Pour la formation de ces séries, on doit d'abord résoudre une équation dont la nature dépend de celle de l'équation aux dérivées partielles. Cette résolution effectuée, les coefficients des séries sont finis et déterminés pourvu que la tangente à la courbe ne vérifie pas l'équation

$$A\,dy^2 - B\,dx\,dy + C\,dx^2 = 0,$$

A, B, C étant les dérivées du premier membre de l'équation aux dérivées partielles par rapport aux dérivées secondes de z par rapport à x et à y. On obtient des résultats faciles à interpréter géométriquement dans le cas des surfaces développables et celui des surfaces minima.

» Des considérations analogues s'appliquent à la détermination d'une surface satisfaisant à une équation aux dérivées partielles du second ordre et passant par deux courbes fixes qui se coupent. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'aimantation produite par des courants hertziens. Un diélectrique magnétique* (¹). Note de M. **Birkeland**, présentée par M. Poincaré.

« Il y a déjà deux ans qu'on a constaté par des expériences concluantes que les ondes hertziennes se propageant le long d'un fil de fer aimantent transversalement la couche très mince dans laquelle pénètre le courant alternatif, et dont l'épaisseur ne dépasse que quelques millièmes de millimètre.

(¹) Travail fait au laboratoire de M. Hertz.

» Une fois prouvé qu'il peut se produire des aimantations alternatives d'une rapidité pareille, d'autres questions se présentent : on se demande, par exemple, s'il n'est pas possible de mettre en évidence dans des cylindres magnétiques des ondes magnétiques stationnaires analogues aux ondes électriques stationnaires le long des fils métalliques.

» Or, d'après ce que nous avons dit plus haut, il est peu probable que le fer puisse nous servir comme matière de transmission pour ces ondes, la conductibilité du métal empêchant ses propriétés magnétiques de se manifester suffisamment.

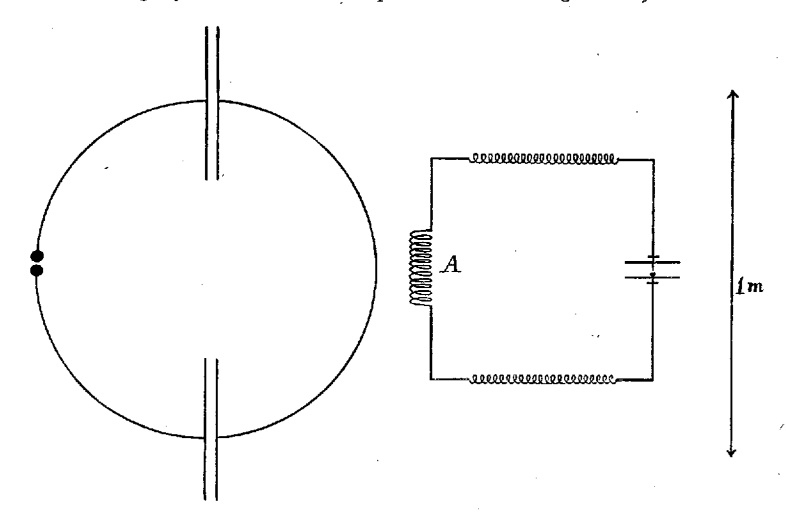
» C'est précisément ce qui résulte des expériences.

» J'ai été conduit alors à chercher une autre matière magnétique non conductrice afin que les inductions magnétiques puissent pencher assez profondément dans le milieu.

» On obtient une matière convenable en mélangeant avec de la paraffine fondue du fer en limaille ou mieux réduit chimiquement en poudre impalpable. Le mélange devient très homogène lorsqu'on y ajoute du quartz en poudre fine.

» J'indiquerai succinctement la méthode par laquelle j'ai pu examiner si une matière est susceptible ou non d'être aimantée par des courants hertziens.

» L'excitateur employé avait la forme que montre la figure dessinée à l'échelle; on



obtient de cette manière une longueur d'onde considérable en même temps que l'effet *électrique* sur la spirale A du résonateur est négligeable.

» Cette spirale de 12 tours d'un fil bien isolé pour haute tension se trouvait dans la portion opposée à l'interruption du circuit secondaire, et nous allons voir comment

nous pouvons étudier les propriétés magnétiques d'une matière à examiner en y introduisant des cylindres différents préparés à cet effet.

» Le micromètre d'étincelle à pointe et boule était placé au-dessus d'un condensateur réglable, afin de retrouver facilement la résonance une fois dérangée par l'introduction d'un de nos cylindres ferrugineux de la spirale A.

» J'ai employé 12 types différents de cylindres, tous à peu près de 20^{cm} de longueur sur 4^{cm} de diamètre.

» 1. Un cylindre de fer doux massif.

» 2. Un cylindre formé d'un faisceau de fils de fers fins noyés dans de la paraffine.

» 3-9. Six cylindres d'agglomérat de fer réduit et de paraffine contenant respectivement en volume : 5, 10, 15, 20, 25 et 50 pour 100 de fer.

» Ensuite, pour le contrôle :

» 10. Un cylindre d'un aggloméral de poudre fine de zinc et de paraffine à 40 pour 100 de zinc en volume.

» 11. Un cylindre de limaille de laiton et de paraffine, à 20 pour 100 de métal.

» 12. Un tube de verre de $4^{cm},5$ de diamètre à remplir avec des électrolytes plus ou moins conducteurs.

» La manière d'observer était la suivante :

» Le résonateur à spirale vide fut mis en résonance avec l'excitateur, et l'étincelle maximum fut mesurée. Elle avait pendant ces recherches de 4^{mm} à 9^{mm} de longueur. Puis les cylindres 1-12 furent introduits l'un après l'autre, et l'étincelle fut mesurée de nouveau.

» L'introduction du cylindre 1 dans la spirale A ne produisit aucune action bien marquée. En revanche, celle des cylindres 2-4 réduisait l'étincelle secondaire jusqu'à $\frac{1}{10}$ de sa valeur primitive, celle des n^{os} 7 et 8 jusqu'à $\frac{1}{100}$ de cette valeur et celle du n° 9 même jusqu'à $\frac{1}{200}$ (de 9^{mm} à $0^{m},05$).

» Les cylindres 10-11 n'exerçaient qu'une action très faible. La réduction était de 8^{mm} à 7^{mm}.

» Le tube 12 étant rempli d'eau distillée ne réduisait pas sensiblement l'étincelle (¹), tandis qu'avec de l'acide sulfurique en dissolution à 10, 20 et 30 pour 100, la réduction était pour tous à peu près la même, soit de 9^{mm} à $1^{m},3$ environ (²).

» En cherchant à retrouver la résonance entre le primaire et le secondaire après l'introduction dans ce dernier de l'un des cylindres, j'ai reconnu que la période de ce résonateur est considérablement accrue par la pré-

---

(¹) La période du secondaire augmente un peu, mais l'étincelle maximum est la même, une fois la résonance rétablie.

(²) Les courants induits entrent dans les électrolytes à des profondeurs proportionnelles aux résistances spécifiques. Conf. J.-J. Thomson, *Proc. Roy. Soc.*, t. XLV, p. 269; 1889.

sence de l'un des cylindres 2-4, mais que l'étincelle maximum en est bien diminuée. Les cylindres 5-9 étant introduits dans la spirale, il n'était plus possible de rétablir l'unisson, ce qui tient certainement à ce que ces cylindres fer-paraffine absorbent beaucoup d'énergie. Voyez, par exemple, le cylindre *q*; l'énergie électromagnétique doit converger rapidement vers lui pour y être transformée, et l'espace se trouve donc vidé d'énergie, comme l'air est vidé de vapeur d'eau en présence d'un absorbant puissant.

» Cette absorption est probablement due à l'hystérésis des cylindres ferrugineux, le développement de la chaleur de Joule, si typiquement démontré avec le cylindre 12, étant sans doute du même ordre de grandeur dans les cylindres 3-9 que dans les n^{os} 10-11.

» C'est probablement aussi à cause de cette absorption que je n'ai pas réussi à constater les ondes magnétiques stationnaires dans un circuit fermé de *ferro-paraffine*.

» Si l'on enveloppe un des cylindres 2-9 dans du papier d'étain avant de les introduire dans la spirale A, leur action est parfaitement éliminée. Pour examiner ce fait de plus près, j'ai ensuite préparé deux cylindres de carton mince, dont l'un, G, avait des génératrices métalliques distantes de 4^{mm}, et l'autre, P, avait des parallèles métalliques fermés, et aussi à 4^{mm} les uns des autres. Les génératrices et les parallèles en question étaient en fil de cuivre de $0^{mm},5$.

» Lorsqu'on entourait les cylindres 2-9 de la gaine G avant de les introduire dans A, leur action subsistait inaltérée, tandis que, enveloppés dans le fourreau P, leur action était parfaitement éliminée (1).

» Pour déterminer jusqu'à quelle profondeur l'aimantation se produit dans cette ferro-paraffine, j'ai préparé des cylindres creux, dans lesquels s'introduisait ensuite un autre plein.

» La présence d'un de ces cylindres creux dans A produisait une forte diminution de l'étincelle secondaire, mais cette diminution était encore accentuée par l'introduction d'un cylindre plein dans l'intérieur du premier.

» J'ai reconnu de la sorte que l'aimantation traverse facilement une épaisseur de 7^{mm} dans la ferro-paraffine à 10 pour 100 de fer, et de même une épaisseur de 5^{mm} pour celle à 25 pour 100 de fer.

---

(1) La période du résonateur est diminuée par l'introduction d'un cylindre tout métallique ou à parallèles métalliques; l'onde marche, dans ce cas, plus en dehors de la spirale A. L'étincelle maximum redevient pourtant la même une fois l'unisson rétabli.

» Nous nous trouvons alors devant des diélectriques bien conformes à l'idée de Poisson-Mossotti (¹).

» Les résultats obtenus avec notre diélectrique magnétique invitent à de nouvelles recherches. D'abord, il faut étudier les forces mécaniques qu'exercent les ondes électriques sur une aiguille de ferro-paraffine délicatement suspendue. Puis il y a des propriétés fort intéressantes que laisse présumer la théorie de Maxwell pour un tel diélectrique; je rappellerai seulement la loi

$$v = \frac{1}{\sqrt{k\mu}}. \text{ »}$$

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la nature de la conductibilité électrique.* Note de M. VASCHY, présentée par M. A. Cornu.

« Dans la théorie fondée sur l'existence et les propriétés du fluide électrique, un courant est un *flux d'électricité*, auquel les divers corps opposent une *résistance* plus ou moins grande. Si l'on écarte cette hypothèse, l'examen des faits connus suffit pour découvrir la nature du courant électrique et la raison pour laquelle son action s'étend à l'extérieur des conducteurs.

» Le champ électrique créé par un corps électrisé dans le milieu isolant qui l'entoure ne pénètre pas à l'intérieur des conducteurs; ou, si, par l'approche brusque du corps électrisé, on peut, dans des conducteurs médiocres, faire naître un champ électrique, celui-ci tend à se dissiper et à disparaître plus ou moins rapidement. En réalité, l'expérience montre que cette propriété des conducteurs est commune, quoique à des degrés très divers, à toutes les substances, même l'air. La *conductibilité* d'un corps paraît donc être une *tendance du champ électrique établi dans ce corps à s'y dissiper en un temps plus on moins long,* souvent inappréciable.

» Cette idée est confirmée et précisée par l'étude des courants. En effet, un champ électrique ne peut être maintenu à l'état permanent dans un conducteur que grâce à une dépense incessante d'énergie électrique équivalente à la quantité de chaleur dégagée en vertu de la loi de Joule. Cette loi peut s'énoncer ainsi :

» La quantité q de chaleur dégagée pendant l'unité de temps dans l'unité de volume d'un conducteur, en un point où l'intensité du champ

(¹) POINCARÉ, *Électr. et Opt.*, t. I, p. 44.

électrique est h, est égale à $\frac{h^2}{\rho}$, ρ désignant la résistance spécifique du conducteur.

» Si l'on considère la quantité de chaleur dégagée dans un volume fini U pendant un temps infiniment petit dt, cette quantité ne peut être qu'une fraction de l'énergie électrique contenue dans le même volume, qui se dissipe par transformation en chaleur. Elle ne saurait, en effet, être empruntée à l'énergie de la région du champ extérieure à U; car, pendant le temps dt, l'énergie envoyée de l'extérieur au volume U ne peut y pénétrer qu'à une profondeur infiniment petite $v\,dt$, v désignant sa vitesse de propagation qui est évidemment finie.

» Du reste, l'énergie électrique du champ dans l'unité de volume ayant pour valeur $w = \frac{h^2}{8\pi k}$, la loi de Joule exprime bien que la quantité q de chaleur dégagée dans la même unité de volume est une fraction fixe de cette énergie w

$$q = \frac{h^2}{\rho} = \frac{h^2}{8\pi k}\cdot\frac{8\pi k}{\rho} = \frac{2}{\theta}w.$$

θ, étant défini par la relation $\rho = 4\pi k\theta$, est, comme k et ρ, un coefficient spécifique du conducteur; il est comparable à un temps. On peut énoncer la formule précédente en disant que l'énergie électrique w, qui est incessamment renouvelée par un envoi d'énergie de l'extérieur, se dissipe entièrement en chaleur en un temps égal à $\frac{\theta}{2}$, qui paraît bien inférieur à 10^{-6} seconde pour certains conducteurs, tandis que, pour certains diélectriques, il peut atteindre 10^6 secondes et au-delà.

» Cette loi précise la *tendance du champ électrique à se dissiper dans les conducteurs lorsque les pertes d'énergie électrique ne sont point réparées*. Tel est le cas de la décharge lente d'un condensateur lorsque son diélectrique est légèrement conducteur. Si ce diélectrique est homogène, pendant le temps dt, l'énergie électrique de chaque élément de volume est réduite, par dissipation calorifique, d'une fraction uniforme $\frac{2\,dt}{\theta}$. Comme cette énergie est proportionnelle au carré de l'intensité h du champ, h se trouve réduit partout d'une même fraction $\frac{dt}{\theta}$, ce qui ne modifie évidemment pas les surfaces équipotentielles et ne détruit pas l'état d'équilibre électrostatique du champ. On a donc

$$\frac{dh}{h} = -\frac{dt}{\theta},$$

d'où

$$h = h_0 e^{-\frac{t}{\theta}}.$$

Ainsi le champ s'affaiblit suivant une loi exponentielle.

» Il n'en serait plus de même, si θ variait d'un point à un autre du diélectrique; car l'affaiblissement relatif de l'énergie électrique et, par suite, de l'intensité h étant inégal aux divers points du champ, l'état d'équilibre électrostatique serait constamment détruit. Un nouvel état d'équilibre tendrait à se produire, les parties les moins affaiblies du champ devant, à cet effet, envoyer de l'énergie aux parties les plus affaiblies. Si, par exemple, une partie du diélectrique est parfaitement isolante ($\theta = \infty$), toute son énergie ira se consommer dans les parties conductrices.

» Un courant devient permanent, quand l'apport extérieur d'énergie électrique dans chaque élément de volume du conducteur compense la dissipation calorifique.

» En résumé, dans un courant, permanent ou variable, il y a superposition des deux phénomènes suivants :

» 1° Transformation locale d'énergie électrique en chaleur;

» 2° Transmission d'énergie entre la source (pile, etc.) et le lieu de consommation, provoquée par la tendance du champ à prendre ou à garder un état d'équilibre. Le seul cas où cette transmission n'a pas lieu est celui du condensateur à diélectrique homogène cité plus haut.

» Dans cette Note, nous n'avons étudié que le phénomène local régi par la loi de Joule.

» En Magnétisme, la *conductibilité* n'existe pas; c'est-à-dire que le champ magnétique créé par un aimant permanent ou un courant se maintient indéfiniment dans tous les corps voisins. L'énergie magnétique ne tend donc à se dissiper sous forme calorifique dans aucun corps. C'est là une différence remarquable entre les propriétés des formes électrique et magnétique de l'énergie. »

ÉLECTRICITÉ. — *Mesure et comparaison de coefficients d'induction propre par les courants alternatifs de grande fréquence* [1]. Note de M. **H. Abraham**, présentée par M. Mascart.

« Mesures absolues. — Comme dans une précédente Communication, supposons qu'un pont de Wheatstone à téléphone soit traversé par des

[1] Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

courants sinusoïdaux de fréquence n, et admettons que l'une des branches soit sans induction ($L_1 = 0$). Pourvu que la résistance R_1 soit ajustée de manière que l'on ait à peu près

$$R_1 L_4 = R_2 L_3 + R_3 L_2,$$

le minimum de son s'obtiendra lorsque la résistance R_4 sera déréglée, par rapport à l'équilibre en courants continus, de la quantité

$$r = 4\pi^2 n^2 \frac{L_2 L_3}{R_1}.$$

Mais cette égalité donne aussi

$$\sqrt{L_2 L_3} = \frac{1}{2\pi n}\sqrt{r R_1}.$$

En sorte qu'avec des courants alternatifs de fréquence donnée, la mesure du déréglage fait connaître la moyenne géométrique des coefficients d'induction L_2, L_3, en valeur absolue, ou, du moins, par comparaison avec une résistance et un temps.

» Mesures relatives. — Nous partirons de la disposition classique de Maxwell. Plaçons les bobines à comparer dans les branches 1 et 2 du pont, et laissons sans induction les branches opposées. Le téléphone sera muet, aussi bien pour les courants alternatifs que pour les courants continus si l'on a réalisé *exactement* le double réglage

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{R_3}{R_4} = \frac{R_1}{R_2}.$$

» Mais si l'on cherche seulement un *minimum* de son nettement accusé, il suffit d'être *au voisinage* de ce réglage.

» La condition générale de minimum, établie dans notre précédente Communication

$$R_1[R_1 R_4 - R_2 R_3 - 4\pi^2 n^2 (L_1 L_4 - L_2 L_3)] + 4\pi^2 n^2 L_1 (L_1 R_4 + L_4 R_1 - L_2 R_3 - L_3 R_2) = 0,$$

devient, dans le cas actuel ($L_3 = L_4 = 0$),

$$R_1(R_1 R_4 - R_2 R_3) + 4\pi^2 n^2 (L_1 R_4 - L_2 R_3) = 0.$$

» Désignons encore par r le déréglage observé, c'est-à-dire ce qu'il faudrait *ajouter* algébriquement à R_4 pour retrouver l'équilibre en courants continus. Soit, de même, ε ce qu'il faudrait *retrancher* algébriquement

de R_4 pour que cette résistance fût à R_3 comme L_2 est à L_1. Avec ces notations, l'équation précédente peut s'écrire

$$\varepsilon = \frac{R_1^2}{4\pi^2 n^2 L_1^2} r.$$

» Ce qui fait le succès de la méthode, c'est que, pour des alternances assez rapides, cette valeur de ε est presque nulle. Cela veut dire que, pour des courants alternatifs de grande fréquence, *le rapport* $L_2 : L_1$ *que l'on cherche est presque exactement égal au rapport* $R_4 : R_3$ *qui donne le son minimum dans le téléphone*, même si le *déréglage* est considérable.

» Lorsqu'on a une connaissance approchée de la valeur de L_1, l'expression trouvée pour ε fournit la correction complémentaire. Il est ensuite intéressant de contrôler la mesure, en la répétant avec des résistances R_1 et R_2 qui soient, maintenant, dans le rapport de R_3 à $R_4 - \varepsilon$.

» Voici une mesure pour laquelle il n'était pas nécessaire de tenir compte de la correction ε.

» On avait environ $R_1 = 8^{\text{ohms}}$, $L_1 = 0^{\text{henry}},017$, et l'on employait des courants à 2500 alternances. Avec R_1 et R_3 constants, on prend d'abord pour R_2 une résistance *quelconque* de 200^{ohms}. Le son minimum est obtenu pour

$$R_4 = 608^{\text{ohms}},3\ (\pm\ 0^{\text{ohm}},2),$$

alors que l'équilibre en courants continus demande

$$R_4 + r = 520^{\text{ohms}},0.$$

» Malgré ce déréglage énorme, la correction, $\varepsilon = -0^{\text{ohm}},1$, n'atteint pas l'incertitude de la mesure. Si, d'ailleurs, on se rapproche beaucoup plus du réglage parfait, on trouve, par exemple, en courants continus, $R_4 + r = 610^{\text{ohms}},8$; mais, en courants alternatifs, la valeur de R_4 reste la même :

$$R_4 = 608^{\text{ohms}},6\ (\pm\ 0,2).$$

» Voici, en outre, un contrôle nécessaire.

» A une même bobine γ on compare successivement deux bobines α et β, puis la combinaison $\alpha + \beta$. En prenant L_γ pour unité, on trouve

$$L_\alpha = 0,0889, \qquad L_\beta = 0,0872,$$

d'où l'on déduit

$$L_\alpha + L_\beta = 0,1761,$$

tandis que la mesure directe donne

$$L_\alpha + L_\beta = 0,1765.$$

» Comme les coefficients d'induction propre n'entrent dans les formules que multipliés par la fréquence, la méthode des grandes fréquences, que nous signalons, est particulièrement propre à l'étude des inductions très faibles. C'est ainsi que l'expérience rapportée ci-dessus permet de fixer à quelques millièmes près la valeur de L_β qui n'est, pourtant, que de

$$0^{\text{henry}},000793. \text{ »}$$

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la moyenne distance géométrique des éléments d'un ensemble de surfaces et son application au calcul des coefficients d'induction.* Note de M. **Ch.-Eug. Guye**, présentée par M. Lippmann.

« Les formules développées dans cette Note ont pour but de faciliter la recherche de la moyenne distance géométrique de tous les éléments d'un ensemble de surfaces. Elles permettent le calcul rapide des coefficients d'induction des conducteurs parallèles dans quelques cas présentant un intérêt particulier.

» Considérons, en effet, un système de conducteurs parallèles, cylindriques, de section quelconque et supposons que le rayon de courbure soit grand relativement à la dimension transversale de la section du système. On sait alors que le coefficient de self-induction est très approximativement égal au coefficient d'induction mutuelle de deux conducteurs linéaires, parallèles, de même forme, placés à une distance a l'un de l'autre [1]; a étant la moyenne géométrique des distances de tous les éléments de la section S, est alors défini par l'expression

$$S^2 \log a = \iint \log r \, dS' \, dS'',$$

dans laquelle r est la distance de deux éléments de surface dS' et dS''.

» De même, le coefficient d'induction mutuelle de deux conducteurs parallèles de section quelconque peut être remplacé par celui de deux conducteurs linéaires placés à la moyenne distance $a_{(1.2)}$ des deux sections

---

[1] Maxwell, *Électricité et Magn.*, 4e Partie, chap. XIII et XIV.

S_1 et S_2; $a_{(1.2)}$ étant défini pareillement

$$S_1 S_2 \log a_{(1.2)} = \int\int \log r_{(1.2)}\, dS_1\, dS_2.$$

» Exprimons maintenant la moyenne distance de tous les éléments d'un ensemble de surfaces ($s_1 + s_2 + \ldots + s_n = S$) en fonction des moyennes distances de chaque surface considérée isolément (soit $a_1, a_2, \ldots, a_n$) et des moyennes distances $a_{(1.2)}, a_{(1.3)}, \ldots, a_{(n-1.n)}$ des surfaces considérées deux à deux.

» En s'appuyant sur les définitions précédentes, on a

$$\text{(I)} \quad \log a = \frac{s_1^2 \log a_1 + \ldots + s_n^2 \log a_n + 2(s_1 s_2 \log a_{(1.2)} + \ldots + s_{n-1} s_n \log a_{(n-1.n)})}{S^2},$$

formule tout à fait générale dans laquelle la parenthèse contient autant de termes que de combinaisons des surfaces prises deux à la fois.

» On aurait pareillement l'expression

$$\text{(I')} \qquad \log a_{(1.2)} = \frac{s_{(1)} s_{(2)} \log a_{(1.2)} + \ldots + s_{(1)n} s_{(2)m} \log a_{[(1)n.(2)m]}}{S_1 S_2},$$

dont le numérateur renferme les combinaisons que l'on peut former avec les surfaces deux à deux, prises l'une dans le système S_1, l'autre dans S_2.

» Dans le cas très fréquent où les conducteurs sont des fils à section circulaire, ces expressions pourront toujours être calculées; on sait, en effet, que la moyenne distance de tous les éléments d'un cercle est égale à $0,7788\rho$ (ρ = rayon) et que la moyenne distance $a_{(1.2)}$ de deux cercles n'est autre que la distance des centres. Toutefois, ce calcul devient très long quand le nombre des surfaces va en augmentant; il n'est donc pas sans intérêt de montrer comment, dans certains cas, ces formules générales peuvent se simplifier.

» Soit à calculer la moyenne distance d'un système de n surfaces circulaires, égales et équidistantes, réparties sur une circonférence de rayon R. Un semblable système peut représenter la section d'un câble électrique.

» Toutes les surfaces étant égales, la formule (I) devient

$$\log a = \frac{n \log a_1 + 2 \log(a_{(1.2)} a_{(1.3)} \ldots a_{(n-1.n)})}{n^2},$$

et le théorème de Cotes permet de lui donner la forme très simple

$$\text{(II)} \qquad \log a = \frac{\log(a_1 n R^{n-1})}{n}.$$

» Remarquons, en effet, que, les sections des fils étant circulaires, les moyennes distances $a_{(1.2)}, \ldots, a_{(n-1,n)}$ désignent les distances mutuelles des fils.

» Soit une circonférence de rayon R divisée en n parties égales AB, BC, ..., NA; soit un point M dans le prolongement du rayon OA; posant $\text{OM} = x$, $\text{AM} = x - \text{R}$ le théorème de Cotes donne

$$x^n - \text{R}^n = \text{MA} \times \text{MB} \times \ldots \times \text{MN}.$$

» Divisant par MA et faisant coïncider le point M avec le point A en posant $x = \text{R}$, l'équation devient

$$n\text{R}^{n-1} = \text{AB} \times \text{AC} \times \ldots \times \text{AN},$$

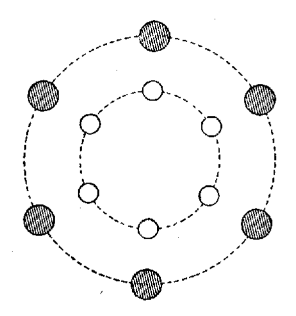
dont le second membre est le produit des distances du point A à tous les autres sommets. Pour avoir le produit des distances de tous les sommets entre eux, il faut élever cette expression à la puissance n. Il vient alors

$$n \log(n\text{R}^{n-1}) = 2 \log(a_{(1.2)} a_{(1.3)} \ldots a_{(n-1.n)}),$$

qui, substituée, donne la formule (II).

» Un raisonnement analogue permet aussi de trouver la moyenne distance $a_{(1.2)}$ de deux systèmes concentriques, comprenant chacun n surfaces circulaires égales (*fig.* 1). On obtient alors

$$\text{(II')} \qquad \log a_{(1.2)} = \frac{\log(\text{R}_1^n - \text{R}_2^n)}{n},$$



R_1 et R_2 désignant les rayons des circonférences sur lesquelles sont répartis les deux systèmes de surfaces. La moyenne distance $a_{(1.2)}$, et, par conséquent, le coefficient d'induction mutuelle des deux systèmes, sont donc indépendants des diamètres des fils de chaque système.

» Comme application des formules (II) et (II'), calculons le coefficient

de self-induction d'un câble concentrique rectiligne dont la section est représentée figure 1 ; le système intérieur constitue le conducteur d'aller, le système extérieur le conducteur de retour.

» Le coefficient de self-induction pour l'unité de longueur est alors donné par la formule générale

$$L = 2(\log a^2_{(1.2)} - \log a_1 - \log a_2)\,(^1),$$

dans laquelle il suffit de remplacer $\log a_{1.2}$, $\log a_1$ et $\log a_2$ par leur valeur déduite des formules (II) et (II').

» On voit par cet exemple que ces formules pourront parfois simplifier considérablement le calcul des coefficients d'induction, particulièrement lorsque les conducteurs parallèles sont répartis symétriquement autour d'un axe central, comme c'est généralement le cas dans les câbles électriques.

» Dans une prochaine Note, je publierai les résultats expérimentaux de recherches entreprises pour vérifier l'exactitude de ces formules. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'iode.* Note de MM. **A. Villiers** et **M. Fayolle**, présentée par M. Henri Moissan.

« La séparation et le dosage de l'acide iodhydrique, en présence des deux autres hydracides, présente des difficultés pratiques assez grandes. Différentes méthodes ont été proposées pour les résoudre. Le procédé de Duflos, qui déplace l'iode à l'aide du perchlorure de fer, recueille cet iode dans une dissolution d'iodure de potassium et titre la liqueur ainsi obtenue par l'hyposulfite de soude, donne des résultats généralement trop faibles, par suite de la difficulté de l'entraînement total des vapeurs d'iode. La méthode proposée par divers auteurs et fondée sur l'emploi de l'acide azoteux pour la mise en liberté de l'iode, présente aussi certains inconvénients; ce réactif, qui demande une préparation spéciale, n'étant pas sans action sur l'acide bromhydrique et la présence de l'acide azotique qui peut souvent l'accompagner pouvant déterminer une oxydation de l'iode.

» En combinant le principe de la méthode de Duflos avec l'emploi du sulfure de carbone comme dissolvant, nous avons obtenu un procédé qui permet de doser, d'une façon simple et rapide, l'acide iodhydrique en

(1) Mascart et Joubert, *Élect. et Magnét.*, t. II, p. 135.

présence des deux autres hydracides. Les résultats ne le cèdent pas en précision à ceux que donne le dosage direct de l'iode libre par l'hyposulfite de soude, un des plus exacts, comme on le sait, parmi ceux qui sont employés dans les méthodes volumétriques. Il nous paraît de beaucoup préférable aux procédés par pesée employés généralement. En effet, la méthode fondée sur le déplacement de l'iode par le chlore dans l'iodure d'argent présente les inconvénients de toute méthode indirecte. Quant au procédé direct de séparation de l'iode à l'état d'iodure de palladium, tous les chimistes qui en ont fait usage ont pu en reconnaître les désavantages.

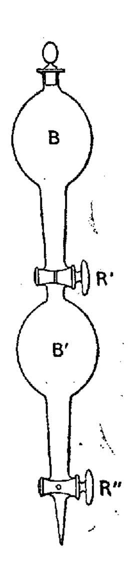
» Voici le mode opératoire auquel nous nous sommes arrêtés. La solution à titrer, qui doit être exempte d'acide azotique, est placée dans une boule à robinet de verre soigneusement graissé où l'on a mis préalablement du sulfure de carbone; on ajoute alors un léger excès d'une solution de perchlorure de fer exempt de chlore libre, par exemple 5^{cc} d'une solution demi-normale pour un décigramme d'iode. Le sulfure de carbone est décanté après agitation et remplacé par une nouvelle quantité. On épuise ainsi le liquide jusqu'à ce qu'une dernière portion de sulfure de carbone ne se colore plus après agitation. Quatre lavages suffisent généralement. Le sulfure de carbone réuni dans une seconde boule à robinet est lavé avec un peu d'eau, pour enlever les traces de perchlorure de fer qui auraient pu être entraînées dans l'épuisement précédent, et le sulfure de carbone ainsi lavé est décanté dans un flacon à l'émeri, les gouttes qui ne sont pas rassemblées étant entraînées par addition d'un petit volume de sulfure de carbone. Ce lavage à l'eau est du reste inutile si l'on ne tient pas à une précision absolue, l'erreur qui peut en résulter ne dépassant pas un cinquantième si l'on fait avec soin la décantation du sulfure de carbone.

» On peut se servir de boules à robinet ordinaires. L'appareil représenté par la figure ci-jointe [1] permet d'effectuer facilement l'épuisement par le sulfure de carbone et le lavage à l'eau de ce dernier.

» Il est composé de deux boules à robinet superposées, d'un volume de 200^{cc} environ. Les deux robinets étant ouverts, on introduit dans la boule inférieure B', par aspiration, l'eau nécessaire au lavage, on ferme le robinet inférieur R''; on fait tomber, par la partie supérieure, dans la seconde boule B' chauffée avec la main, quelques gouttes de sulfure de carbone, qui, par volatilisation, déplace un certain volume d'air. On ferme le robinet supérieur R' et l'on verse dans la boule supérieure B le sulfure de carbone, puis le liquide à essayer et le perchlorure de fer. On bouche, on agite, et l'on

(1) Cet appareil est construit par M. Chabaud, rue de la Sorbonne.

fait écouler le sulfure de carbone qui se rassemble rapidement, dans la boule inférieure B′, et l'on ferme le robinet R′. On introduit dans la boule supérieure un nouveau volume de sulfure de carbone inférieur au premier. On agite encore; puis, par le robinet inférieur R″, on fait couler le sulfure de carbone de la seconde boule B′



dans un flacon à l'émeri, dans lequel on fera le dosage par l'hyposulfite. Il suffit, pour obtenir facilement cet écoulement, de chauffer encore légèrement avec la main. On ferme le robinet inférieur R″. Le vide partiel qui se produit, permet de faire écouler dans la boule inférieure le sulfure de carbone provenant de la deuxième addition. On termine ainsi les lavages, et l'on entraîne enfin les dernières gouttes de sulfure de carbone qui surnagent au-dessus de l'eau dans la boule inférieure B′, en faisant passer une dernière portion de ce liquide par la partie supérieure. Cet épuisement se fait ainsi en quelques minutes.

» On dose ensuite directement l'iode dissous, à l'aide d'une dissolution préalablement titrée d'hyposulfite de soude. La décoloration du sulfure de carbone se fait d'une façon très nette par l'agitation.

» L'exactitude du dosage est indépendante des quantités d'acide bromhydrique et chlorhydrique en présence. Nous avons, en effet, obtenu les résultats suivants, avec une solution d'acide iodhydrique préparée en saponifiant un poids déterminé d'éther iodhydrique :

	Iode contenu dans 1cc.
D'après le poids d'éther iodhydrique..................	0,12152
Dosage à l'état d'iodure d'argent......................	0,12136
Dosage par le perchlorure de fer et l'hyposulfite........	0,12137
Dosage en présence de 10 p. HBr et de 10 p. HCl......	0,12158

» Si les trois corps halogènes ont été précipités à l'état de sels d'argent, on opérera sur les hydracides régénérés par l'acide sulfhydrique. L'excès de ce dernier sera chassé par l'ébullition. Si l'on a soin de diluer suffisamment, la perte d'hydracides pouvant résulter d'un entraînement par volatilité sera tout à fait négligeable. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les sulfates acides d'aniline, d'ortho- et de paratoluidine.* Note de M. **Edmond Hitzel.**

« Les *sulfates acides* d'aniline et des toluidines ne paraissent pas encore avoir été obtenus (¹).

» On les prépare facilement en superposant une solution saturée à chaud des sulfates neutres à une couche d'acide sulfurique concentré contenue dans un vase large. Dans ces conditions, le sel neutre reste dissous, probablement à la suite de la chaleur dégagée par l'hydratation de l'acide.

» On abandonne le tout au refroidissement, qui doit aller au moins à 0°. La cristallisation des sels acides se fera d'autant mieux que le refroidissement aura été plus considérable. La diffusion s'opère peu à peu : elle est généralement achevée au bout d'environ douze à vingt-quatre heures, et la couche supérieure du liquide se remplit de beaux cristaux du sulfate acide.

» Lorsqu'on prolonge le contact des cristaux avec le liquide acide, ils se corrodent, puis se dissolvent peu à peu, au fur et à mesure des progrès de la diffusion et des variations de température.

» On décante le liquide et on étend les cristaux sur une plaque poreuse qu'on place sous un dessiccateur. Lorsque la majeure partie de l'eau-mère acide qui les imprègne est absorbée, on les exprime entre du papier à filtrer jusqu'à complète dessiccation.

» Ces sulfates acides sont inaltérables à l'air sec. Ils sont hygroscopiques: mis en contact avec les dissolvants, ils deviennent opaques et se décomposent; soumis à l'action d'une température de 100°, ils s'altèrent peu à peu en se colorant.

» *Analyse.* — L'acide sulfurique a été dosé avec Cl^2Ba.

(¹) Le *Dictionnaire de Chimie* de Wurtz les mentionne comme instables ou inconnus.

» Le dosage de l'eau a été effectué, par perte de poids, à la température de 100°. Il présente quelque incertitude, étant donnée l'altérabilité variable de ces sels sous l'action de la chaleur.

» *Sulfate acide d'aniline.* — Lames blanches se colorant légèrement en rose au contact de l'air. A pour composition : $SO^4H^2(C^6H^7Az) + \frac{1}{2}H^2O$.

					Calculé.
$0^{gr},3121$ de matière ont donné	$0^{gr},3594$ de SO^4Ba, soit	48,41 %	de SO^4H^2.		49,00 %
0,3563 »	0,4136 »	48,80	»		»
0,3371 » ont perdu	0,0164 (1^h de chauffage)	4,86	»	H^2O...	4,50

» *Sulfate acide d'orthotoluidine.* — Grandes lames d'apparence rhomboïdale, se coupant sous des angles de 60°. A pour composition : $SO^4H^2(C^7H^9Az) + H^2O$.

					Calculé.
$0^{gr},3118$ de matière ont donné	$0^{gr},3299$ de SO^4Ba, soit	43,50 %	de SO^4H^2.		43,94 %
0,3146 »	0,3268 »	43,67	»		»
0,3295 » ont perdu	0,0289 (1^h de chauffage)	8,87	»	H^2O...	8,07

» *Sulfate acide de paratoluidine.* — Grandes aiguilles se colorant légèrement en rose au contact de l'air. Les petits cristaux imprégnés de SO^4H^2, projetés sur l'eau, exécutent des mouvements giratoires analogues à ceux du camphre jusqu'à ce qu'ils se soient dissous. Composition : $SO^4H^2(C^7H^9Az) + H^2O$.

					Calculé.
$0^{gr},3173$ de matière ont donné	$0^{gr},3299$ de SO^4Ba, soit	43,71 %	de SO^4H^2.		43,94 %
0,3098 »	0,3239 »	43,94	»		»
0,3195 » ont perdu	0,0288 ($\frac{3}{4}^h$ de chauffage)	9,01	»	H^2O...	8,07

» Le mode de préparation des *sels acides,* par *diffusion lente* et *refroidissements simultanés*, est peut-être applicable à ceux d'acides autres que l'acide sulfurique. Il doit s'appliquer, en tout cas, à celle des sulfates acides des bases organiques dont les sels acides sont décomposés par l'eau ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de dérivés hexaméthyléniques, triéthylphloroglucine.* Note de M. **A. Combes**, présentée par M. Friedel.

« J'ai montré ailleurs ([2]), que l'action du chlorure d'aluminium anhydre sur le chlorure de butyryle (butanoyle) conduit à un composé $C^{12}H^{18}O^3$, dont les propriétés sont les suivantes :

» C'est un solide incolore, fusible à 107° et distillant à 216° sous une

([1]) Laboratoire de la Poudrerie militaire du Bouchet.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XII, p. 207.

pression de 15^mm; il est complètement insoluble dans l'eau, très facilement soluble dans les solvants organiques. Il agit vis-à-vis de la phtaléine du phénol et du tournesol, comme un acide monobasique; ses sels sont parfaitement neutres vis-à-vis de ces deux réactifs; il ne contient pourtant pas d'oxhydryle, car il n'est attaqué ni par le chlorure d'acétyle, ni par le trichlorure de phosphore, ni par l'anhydride acétique; le perchlorure de phosphore ne l'attaque que lentement à froid, sans dégagement d'acide chlorhydrique.

» Tous ces faits sont de nature à faire penser qu'il ne s'agit pas d'une véritable fonction acide, mais bien plutôt d'une fonction analogue ou identique à celle des 1,3 dicétones. On n'observe, en effet, aucune hydratation quand on dissout ce composé soit à froid, soit même à 100° dans un grand excès de potasse; on peut le précipiter de sa solution, au moyen de l'acide chlorhydrique avec ses propriétés et son point de fusion primitifs, ce qui écarte toute possibilité d'une fonction anhydride d'acide ou d'une olide.

» On peut facilement arriver à fixer la constitution de ce composé en s'appuyant sur les remarques suivantes :

» 1° Si, au lieu de faire agir le chlorure d'aluminium sur le chlorure de butanoyle sans l'intermédiaire d'aucun dissolvant, on le dilue dans une grande masse de chloroforme, on n'obtient plus la réunion de trois molécules de chlorure de butanoyle, mais seulement de deux; et, en traitant le produit de la réaction par l'eau, on voit se dégager de l'acide carbonique et il reste de la butyrone (heptanone 4), ce qui montre que la première phase de la réaction est la suivante :

$$2C^4H^7OCl = HCl + CH^3-CH^2-CH^2-CO-\underset{\displaystyle COCl}{\underset{|}{CH}}-CH^2-CH^3.$$

» C'est la réaction d'une troisième molécule de chlorure de butanoyle sur ce chlorure qui conduit au composé $C^{12}H^{18}O^3$.

» 2° Quand on chauffe ce dernier, avec un excès (4 molécules pour 1) de potasse aqueuse diluée (à 25 pour 100 environ), en tubes scellés à une température de 150°-160° pendant deux heures, on le dédouble quantitativement :

» 1° En butyrone (heptanone 4) qui a été caractérisée par son point d'ébullition 144°, et la formation de dinitropropane par la méthode de Chancel;

» 2° En acide carbonique;

» 3° En acide butyrique normal (butanoïque) qui a été caractérisé par son point d'ébullition, 162°, et sa transformation en sel de calcium dont la solubilité décroissante est caractéristique.

» Le dédoublement s'exprime donc ainsi :

$$C^{12}H^{18}O^{3} + 2H^{2}O = C^{3}H^{7}\text{-}CO\text{-}C^{3}H^{7} + CO^{2} + C^{4}H^{8}O^{2}.$$

» Trois formules peuvent rendre compte de ce dédoublement :

I.

$$\begin{array}{ccccc} & & CO & & \\ & \diagup & & \diagdown & \\ CH^{3}-CH^{2}-CH & & & & CH-CH^{2}-CH^{3} \\ | & & & & | \\ CO & & & & CO \\ & \diagdown & & \diagup & \\ & & CH-CH^{2}-CH^{3} & & \end{array},$$

II.

$$\begin{array}{ccccc} & & CO & & \\ & \diagup & {}^{3} & \diagdown & \\ CH^{3}-CH^{2}-C^{2} & & & & {}^{4}CH-CH^{2}-CH^{3} \\ \| & & & & | \\ CH^{3}-CH^{2}-CH^{2}-C^{1} & & & & {}^{5}CO \\ & \diagdown & & \diagup & \\ & & O & & \end{array},$$

III.

$$\begin{array}{ccccc} CH^{3}-CH^{2}-CH^{2}CO & & CO-CH^{2} & & \\ & \diagdown\; \diagup & & \diagdown & \\ & C & & & CH^{2}. \\ & \diagup\; \diagdown & & \diagup & \\ CH^{3}-CH^{2} & & CO-CH^{2} & & \end{array}$$

» La formule III doit être rejetée parce qu'elle ne possède plus de fonction acide, tandis que le corps $C^{12}H^{18}O^{3}$ se dissout facilement dans les carbonates alcalins.

» La formule II possède bien une fonction acide : l'atome d'hydrogène rattaché au carbone (4); mais une pareille fonction, tout à fait semblable à celle de l'acide dihydracétique, devrait être facilement attaquable par les alcalis, même à froid, et j'ai constaté qu'il n'en est rien.

» La formule I rend au contraire parfaitement compte du dédoublement observé, la rupture en un point quelconque du noyau téraméthylénique donnant un acide dicétonique, que la potasse dédouble en acide carbonique, butyrone et acide butyrique normal; la présence de 3 atomes d'hydrogène, rattachés chacun à 1 atome de carbone compris entre deux groupements acétoniques, rend compte des propriétés acides, et aussi de ce fait que les sels alcalins neutres à la phtaléine dégagent encore de la chaleur quand on les traite par un excès d'alcali.

» D'autres expériences viennent à l'appui de cette manière de voir : la phénylhydrazine se combine à la température du bain-marie au composé $C^{12}H^{18}O^{3}$; trois molécules de phénylhydrazine entrent en réaction.

» Les analogies avec la phloroglucine, qui, d'après la synthèse de

M. von Baeyer, doit être considérée comme un dérivé hexaméthylénique, la cyclohexane-trione, sont complètes.

» On sait en effet qu'elle se combine à trois molécules de phénylhydrazine. M. Marguliès a montré que l'héxaméthylphloroglucine se dédouble par l'acide iodhydrique à 200° en diméthyl 24-pentane, acide carbonique et acide isobutyrique; MM. Herzig et Zeizel ont fait voir que la tétraéthyldibromophloroglucine est décomposée par la potasse alcoolique en tétraéthylacétone (diéthyl 35-heptanone 4), acide oxalique et acide carbonique: ces réactions sont tout à fait semblables à celle que j'ai obtenue moi-même avec le composé $C^{12}H^{18}O^{3}$. J'ai également cherché comment se comportait la phloroglucine elle-même dans les conditions où j'ai opéré, et j'ai constaté que, chauffée en tubes scellés à 160°, avec un excès de potasse aqueuse étendue, elle se dédouble quantitativement en acétone, acide acétique et acide carbonique. Il résulte de tout ce qui précède que le composé $C^{12}H^{18}O^{3}$ répond bien à la formule I et est la triéthylphloroglucine (triéthyl 135-cyclohexane-trione 246). Je me propose de continuer cette étude [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Composition qualitative des créosotes officinales de bois de hêtre et de bois de chêne.* Note de MM. **A. Béhal** et **E. Choay**, présentée par M. Friedel.

« La créosote de bois a été isolée du goudron de hêtre, en 1832, par Reichenbach qui la considérait comme une espèce chimique définie. Hlasiwetz en isola le créosol et le gayacol qu'il identifia avec un produit obtenu dans la distillation de la résine de gayac. Marasse, dans un travail d'ensemble, isola et caractérisa le phénol. Il démontra la présence du paracrésylol, d'un aylénol, du gayacol et du créosol. Hofmann étudia les corps à point d'ébullition élevé, mais ceux-ci ne rentrent pas dans les créosotes officinales.

» Nous désignons, sous le nom de créosotes officinales, l'ensemble des phénols passant à la distillation de 200° à 220°. Cette portion renferme tous les corps qui peuvent se trouver dans les créosotes des différentes pharmacopées. En effet, le codex français exige, pour la créosote, un point d'ébullition de 200° à 210°; la créosote suisse doit distiller de 200° à 220°; les créosotes allemande et russe, de 205° à 220°.

---

[1] Travail fait au laboratoire de M. Friedel, à la Sorbonne.

» Avant tout, il fallait se préoccuper d'avoir une créosote d'une pureté certaine. Nous avons préparé nous-mêmes nos créosotes.

» La créosote de hêtre pure a été obtenue au moyen d'une huile lourde de hêtre, que nous devons à l'obligeance de M. Scheurer-Kestner, président de la Société chimique, à qui nous sommes heureux de pouvoir adresser ici nos vifs remercîments.

» La créosote de chêne a été préparée au moyen d'une huile lourde fournie par M. Barré que nous remercions également.

» Les deux créosotes ont été préparées de la même manière et rectifiées avec les mêmes appareils, de façon à les rendre tout à fait comparables.

» La créosote étant un mélange complexe, renfermant des produits bouillant plus bas que 200° et plus haut que 220°, sa composition sera différente suivant la puissance des appareils rectificateurs.

» Nous n'exposerons ici que les principes de la séparation et nos résultats.

» La créosote de chêne s'est trouvée identique à la créosote de hêtre au point de vue qualitatif.

» Nous avons commencé par séparer les monophénols des éthers méthyliques des diphénols. Pour cela, nous avons déméthylé ces derniers. On arrive à ce résultat soit en chauffant la créosote en autoclave, à 180°, avec de l'acide chlorhydrique saturé à 0°, soit en faisant passer un courant d'acide bromhydrique dans la créosote, chauffée vers 100°, en présence d'un peu d'eau.

» Quand la diméthylation est complète, on entraîne par la vapeur d'eau; les diphénols ne sont pas ou sont peu volatils dans ces conditions. Les monophénols le sont, au contraire. On les recueille et on les rectifie par distillation fractionnée jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de variation sensible dans la distillation.

» On prend chacune des portions à point fixe; on les transforme en benzoates, comme nous l'avons dit dans une Note antérieure.

» On rectifie ceux-ci en prenant la portion qui passe au point cherché, ce que l'on fait facilement au moyen du Tableau que nous avons construit (*Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1211).

» On saponifie ce benzoate; le phénol est mis en liberté, rectifié de nouveau et retransformé en benzoate. Celui-ci, dissous dans son poids d'alcool absolu, refroidi au moyen du chlorure de méthyle et amorcé, cristallise. On l'essore et on le fait recristalliser dans l'alcool. Saponifié, ce benzoate donne le phénol à l'état de pureté. Ces deux données suffisent à caractériser avec certitude un phénol; nous y avons joint, pour quelques-

uns d'entre eux, la formation d'un dérivé nitré ou d'un dérivé bromé.

» Pour un certain nombre d'autres, nous n'avons pas pu faire la double transformation en benzoate ([1]); nous avons alors préparé soit un dérivé bromé, soit un dérivé nitré avec le phénol régénéré de son éther benzoïque.

» Nous avons ainsi caractérisé le phénol, l'orthocrésylol, le méta et le paracrésylol, l'ortho-éthylphénol, le métaxylénol 1.3.4 et le métaxylénol 1.3.5.

» Les éthers méthyliques des diphénols ont été isolés à l'état de sel de strontium.

» Pour cela, on a additionné la créosote d'un lait de strontiane. La combinaison insoluble a été lavée, après repos, avec un peu d'eau puis à l'alcool. Les sels strontianiques ont été décomposés par l'acide chlorhydrique.

» Les éthers des diphénols ont été rectifiés au tube Le Bel-Henninger. On a obtenu trois points fixes dans la distillation, vers 205°, 220° et 230°.

» La portion 205°, refroidie et amorcée avec le gayacol cristallisé, n'a pas tardé à déposer de nombreux cristaux.

» Les portions 220° et 230° ont été transformées en carbonates. Pour cela, on a fait passer, dans leur dissolution aqueuse et alcaline, un courant de $COCl^2$ jusqu'à précipitation abondante. L'huile ainsi formée a été laissée en contact avec la liqueur alcaline pendant vingt-quatre heures. Elle s'est solidifiée.

» La portion 220° a donné un carbonate qui cristallise dans l'alcool et fond à 143°. La portion 230° a donné un carbonate très peu soluble dans l'éther, qui cristallise dans l'alcool et fond à 108°,5.

» Le premier de ces carbonates correspond au créosol, dont les propriétés diffèrent notablement de celles qui ont été indiquées jusqu'ici; sa densité, à 0°, est de 1,1112; il bout à 221°-222°, sous 758.

» Le second correspond à un éthylgayacol $\underset{(1)}{C^2H^5}-C^6H^3\begin{cases} OH^{(4)} \\ \underset{(3)}{OCH^3} \end{cases}$, comme l'un de nous l'a montré. Sa densité, à 0°, est 1,0959; il bout à 229°-230°, sous 755.

([1]) La perte, dans ces opérations, est assez considérable surtout dans la rectification des phénols qui donnent toujours un peu d'eau à la distillation. Certains de ces phénols ne sont contenus que dans la proportion de 1 pour 100 de la créosote.

» En résumé, les créosotes de hêtre et de chêne sont identiques au point de vue qualitatif; ce sont des mélanges très complexes où nous avons caractérisé et isolé :

» Le phénol, l'orthocrésylol, le métacrésylol, le paracrésylol, l'orthoéthylphénol, le métaxylénol 1.3.4, le métaxylénol 1.3.5, le gayacol, le créosol et l'éthylgayacol.

» Indépendamment de ces corps, la créosote renferme, en petite quantité, des dérivés sulfurés, probablement des thiophénols, et aussi un corps différent du pittacalle, qui, sous l'influence de l'ammoniaque et de l'air, donne naissance à une matière qui se dissout en un bleu très intense dans les alcalis et qui vire au rouge par les acides.

» Ces propriétés la rapprochent, jusqu'à un certain point, de l'orcéine, qui est un mélange, comme l'a montré M. Liebermann. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des bases aromatiques primaires sur les composés cétoniques dissymétriques.* Note de M. L. SIMON, présentée par M. Friedel.

« I. Lorsqu'on fait réagir l'*acide* pyruvique (1) $CH^3-CO-COOH$ sur une *base* aromatique primaire en solution éthérée, il ne se produit pas de *sel*, ou, s'il s'en produit, ce n'est que transitoirement; dans les conditions où j'ai opéré, je n'en ai jamais isolé.

» On peut, par contre, isoler trois types de combinaisons (2) en des proportions fort inégales qui dépendent au surplus de la nature des bases employées.

» Par exemple : l'aniline — on a opéré sur l'aniline, l'ortho et la paratoluidine — peut donner à froid avec l'acide pyruvique :

» 1° L'acide anilpyruvique $C^9H^9AzO^2 = CH^3-C(AzC^6H^5)-COOH$, corps instable, fondant à 126° en se décomposant, altéré profondément

(1) L'acide pyruvique nécessaire à ces recherches a été purifié avec un soin tout spécial : à ce degré de pureté, il est cristallisable et fond un peu au-dessous de 14°.

(2) M. Böttinger a déjà signalé et étudié les deux premières de ces combinaisons, pour l'aniline; quant à la troisième, elle doit être identique à un corps qu'il a également obtenu d'une façon différente et auquel il attribue une composition fort éloignée de celle que j'indique.

par l'eau et l'alcool à froid, *insoluble dans le chloroforme* et l'*éther*, un peu soluble dans l'éther acétique et le benzène chauds.

» L'acide sulfurique concentré le dissout en donnant une belle coloration rouge vineux qui disparaît par addition d'eau et vire au jaune lorsqu'on chauffe ou spontanément lorsqu'on abandonne à elle-même la liqueur dans un tube ouvert.

» 2° L'acide aniluvitonique (méthylquinoléine carbonique)

$$C^{11}H^{9}AzO^{2} = C^{9}H^{5}Az(CH^{3})CO^{2}H,$$

corps plus stable que le précédent dont il dérive d'ailleurs par l'action de l'eau, de l'alcool ou de la chaleur seule, cristallisant en beaux cristaux jaunes solubles dans l'eau et l'alcool chauds, *insolubles dans le chloroforme* bouillant.

» Ce corps fond à 246° en perdant de l'acide carbonique et fournissant une méthylquinoléine. L'acide sulfurique concentré et chaud dissout ce corps en prenant une coloration jaune; la solution et la coloration persistent lorsqu'on dilue la liqueur.

» 3° Enfin l'aniline peut donner naissance à un troisième corps auquel on peut, d'après les nombres obtenus dans sa combustion et d'après sa grandeur moléculaire, assigner *provisoirement* la composition

$$C^{12}H^{13}AzO^{2}.$$

» Ce corps est particulièrement stable, il fond très bien vers 188° et se solidifie sans altération par refroidissement en beaux cristaux aciculaires caractéristiques, présentant de belles colorations sous le microscope polarisant; il peut même distiller.

» Il est un peu soluble dans l'éther et dans l'acide acétique (2,5 pour 100^{cc}), insoluble dans l'eau (0,26 pour 100^{cc}) et dans le benzène (0,03 pour 100^{cc}) froids, *très soluble dans le chloroforme chaud;* de sa solution chloroformique il se précipite presque intégralement par refroidissement.

» Ce corps se dissout dans l'acide sulfurique froid, plus facilement à chaud; en étendant d'eau, il se précipite sans altération; il n'est ni altéré, ni dissous sensiblement par ébullition avec des solutions aqueuses concentrées ou étendues de potasse.

» II. Lorsqu'on fait réagir une base aromatique primaire sur un éther de l'acide pyruvique $CH^{3} - CO - COOR$ en solution éthérée ou chloroformique, ou même de préférence sans dissolvant, une partie de l'alcool est

régénéré, et il se forme un et un, seul corps bien cristallisé, fusible sans décomposition, soluble dans l'éther, le chloroforme et le benzène, soluble dans l'acide sulfurique concentré dont on peut le retirer en étendant d'eau.

» Les expériences ont porté sur les pyruvates [1] d'éthyle, d'allyle, d'isoamyle, d'amyle actif et de benzyle : la combustion des composés correspondants et la détermination de leur grandeur moléculaire conduisent à exprimer leur composition par la formule suivante (dans le cas de l'aniline) :

$$C^5H^5O(AzC^6H^5)^2CO^2R,$$

et à formuler la réaction par l'équation

$$2(CH^3 - CO - CO^2R) + 2(C^6H^5AzH^2) = C^5H^5O(AzC^6H^5)^2CO^2R + 2H^2O + R(OH).$$

» III. Lorsqu'on fait réagir l'acide phénylglyoxylique $C^6H^5 - CO - CO^2H$ sur l'aniline en solution éthérée, il se fait un précipité blanc en paillettes grasses; d'autre part, l'évaporation de la liqueur fournit des cristaux durs, transparents, un peu rougeâtres. Précipité et cristaux ont la composition du phénylglyoxylate d'aniline.

» Cet acide ne se comporte donc pas comme l'acide pyruvique : il n'y a pas à froid migration du sel d'aniline en acide anilé avec départ d'eau

$$C^6H^5 - CO - CO(OAzH^3C^6H^5) = C^6H^5 - C(AzC^6H^5) - COOH + H^2O.$$

» L'action de la chaleur sur le sel d'aniline semble cependant indiquer que cette migration se fait, mais vers 90°.

» En tout cas, si l'on soumet ce sel à l'action de la chaleur, il passe, à la distillation, d'abord un peu d'eau, puis vers 300° un liquide à odeur agréable qui se concrète en cristaux fondant à 52°, solubles dans l'éther et dans l'alcool et qui, d'après sa composition, doit être une phénanthridine. Cette réaction se comprend d'elle-même, si l'on suppose qu'après migration il se forme un noyau fermé avec départ d'une molécule d'acide carbonique.

Az CO^2H Az

---

[1] Sauf le pyruvate d'éthyle, aucun de ces éthers n'avait été signalé : on indiquera leurs constantes physiques dans un Mémoire détaillé.

» *Conclusion.* — Ces recherches ont été entreprises avec l'arrière-pensée de découvrir dans les combinaisons anilées de la forme

$$\begin{array}{c} R-C-R' \\ \| \\ Az-C^6H^5 \end{array}$$

des manifestations isomériques analogues à celles qui sont actuellement bien établies pour les oximes, et dont on a récemment rencontré quelques exemples pour les hydrazones.

» Dans les condensations précédentes, qui ont été effectuées à froid et en l'absence de tout agent de condensation capable de produire des migrations, et bien qu'on puisse suivre jusqu'au bout la réaction en ne négligeant qu'un résidu insignifiant, *on n'a jamais observé d'isomérie. Ce point est définitivement acquis.* Il reste à en préciser un certain nombre d'autres, et tout d'abord à établir la constitution des combinaisons nouvelles. C'est dans cette direction que j'ai l'intention de poursuivre ce travail (¹). »

CHIMIE. — *Sur la stabilité des dissolutions aqueuses de bichlorure de mercure.* Note de M. E. **Burcker**, présentée par M. Friedel.

« J'ai eu l'occasion, dans ces temps derniers, d'étudier la stabilité des dissolutions aqueuses de bichlorure de mercure, et je viens ajouter les résultats de mes observations à celles qui ont été publiées par MM. Vignon et Tanret.

» J'ai préparé une dissolution de bichlorure de mercure avec 1^{gr} de sel et 1000^{cc} d'eau de source (²) prise dans mon laboratoire ; la proportion de

(¹) Travail fait au laboratoire de l'École Normale supérieure.

(²) Cette eau, analysée au moment de l'expérience, avait la composition suivante :

Degré hydrotimétrique total	19°,5
Chaux totale	127^{mgr}
Carbonate de calcium	122
Chlore	6
Oxygène dissous	8,7
» » après 24 heures	7,4
Matières organiques (en O absorbé)	1,2
Résidu à 100°	217
Résidu après calcination	188

sublimé, déterminée immédiatement après la dissolution complète et à l'aide de la méthode pondérale, a été trouvée à $0^{gr},9$ pour 1000.

» Un premier volume A de 500^{cc} de cette dissolution a été placé dans un vase à précipiter resté ouvert et abandonné dans mon laboratoire au contact direct de l'air et de la lumière à une température qui a varié de 13° à 17° pendant la durée de l'expérience.

» Un autre volume de 500^{cc} B a été conservé dans le même local et dans les mêmes conditions de température, dans un ballon hermétiquement bouché, exposé à l'action directe de la lumière.

» Un troisième volume C également de 500^{cc} placé dans un ballon bien bouché a été maintenu dans une obscurité complète dans le même local que les deux précédents.

» L'examen de ces trois dissolutions, pratiqué au bout de quinze jours, a donné lieu aux observations suivantes :

» A. La surface de cette dissolution est recouverte d'un enduit jaunâtre, qui dès les premiers jours avait commencé à se former.

» Au fond du vase se trouve un précipité cristallin assez abondant, brun-rougeâtre, dans lequel j'ai constaté la présence de mercure, de chlore, d'ammoniaque et de matières organiques.

» La proportion de bichlorure de mercure, dosé par le procédé indiqué ci-dessus (pesé à l'état de sulfure), est de $0^{gr},688$ pour 1000.

» La dissolution a donc perdu $0^{gr},9 - 0^{gr},688 = 0^{gr},212$ de bichlorure par litre.

» B. Dans cette solution, j'observe le même dépôt de cristaux brun rougeâtre qui s'était formé en A, mais en proportion beaucoup moindre. La surface et l'intérieur du liquide sont parfaitement limpides.

» Cette solution contient encore $0^{gr},858$ de bichlorure par litre; elle a donc perdu $0^{gr},9 - 0^{gr},858 = 0^{gr},042$ pour 1000.

» C. L'aspect de cette solution n'a pas changé : on n'y remarque aucun dépôt; la proportion de bichlorure a légèrement diminué; elle n'est plus que de $0^{gr},894$ au lieu de $0^{gr},9$. Cette perte insignifiante de $0^{gr},006$ peut être, à la rigueur, attribuée à une erreur d'analyse.

» J'ai opéré parallèlement et dans les mêmes conditions, avec trois solutions A', B', C', préparées en dissolvant 1^{gr} du même bichlorure de mercure dans 1000^{cc} d'eau distillée.

» Cette solution contenait immédiatement après sa préparation $0^{gr},981$ de bichlorure par litre.

» A'. Au bout de 15 jours, dans cette solution conservée dans un vase ouvert, je n'observe aucun dépôt. Le liquide, parfaitement clair et limpide, contient $0^{gr},976$ de $HgCl^2$ pour 1000; la perte est donc de $0^{gr},981 - 0^{gr},976 = 0^{gr},005$ pour 1000.

» B'. Cette dissolution, placée dans un ballon bouché et exposée à la lumière, ne présente rien d'anormal; il en est de même de la portion C' maintenue à l'obscurité dans un ballon hermétiquement clos.

» La proportion de $HgCl^2$ en B' est de $0^{gr},978$ pour 1000 et la perte est de $0^{gr},003$ pour 1000. C' contient encore $0^{gr},979$ de $HgCl^2$ pour 1000 et la perte est de 0,002 pour 1000.

» De ces expériences, je me crois donc autorisé à tirer les conclusions suivantes :

» 1° Les eaux ordinaires, par les principes qu'elles contiennent, provoquent la décomposition *immédiate* du bichlorure de mercure, et cette décomposition continue sous l'influence combinée de l'air, de la lumière, ainsi que des principes minéraux et organiques contenus dans l'eau et amenés par l'air.

» 2° La décomposition commencée s'arrête, ou du moins devient insignifiante, lorsque la dissolution est soustraite à l'action de l'air et de la lumière.

» 3° Les dissolutions de bichlorure de mercure, préparées à l'aide de l'eau distillée pure, ne subissent que des décompositions insignifiantes, même lorsqu'elles restent exposées à l'air et à la lumière. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation de l'éthylène perchloré et l'action de l'oxygène ozonisé sur ce corps.* Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« Je me suis proposé, en vue d'un travail sur l'éthylène perchloré, de l'obtenir à partir du chlorure de carbone CCl^4, que l'industrie fournit à des prix très abordables. J'ai d'abord tenté d'arriver au résultat cherché par l'action de quelques métaux sur le tétrachlorure, mais le résultat a toujours été le même; tandis qu'à une certaine température, variable pour chacun d'eux, la réaction était trop lente et fournissait C^2Cl^6 comme produit de réduction; dès qu'on élevait un peu la température, elle devenait ou explosive ou totale, avec mise en liberté de charbon. La réaction de l'aluminium sur CCl^4 mérite une mention spéciale : elle est, en effet, favorisée par la présence de l'iode; si le métal est en lames, la réaction est superficielle; mais avec de la limaille, il suffit d'amorcer la réaction par une faible élévation de température au bain-marie, pour la voir se continuer seule : cela s'explique, puisqu'on sait que l'iodure d'aluminium réagit sur CCl^4 en excès pour donner des chloroiodures de carbone (*Comptes rendus*, 12 décembre 1892), principalement CCl^3I, qui, lui-même peu stable, se

décompose en $2(CCl^3I) = C^2Cl^6 + I^2$ et le cycle de réactions se reproduira, le dégagement de chaleur dû à la réaction étant suffisant pour l'entretenir. Le second chloroiodure CCl^2I^2, qui, par sa décomposition $2(CCl^2I^2) = C^2Cl^4 + I^4$, donnerait C^2Cl^4, se forme en petite quantité et est peu stable; aussi le produit principal de la réaction est-il C^2Cl^6, et, si l'on prolonge l'action de l'aluminium en chauffant au bain-marie, du charbon est mis en liberté sans que C^2Cl^4 se forme en quantité convenable.

» J'ai aussi essayé l'action du phosphore blanc sur CCl^4, explosive vers 200°; celle du phosphore rouge, très lente à 300°, donne un peu de C^2Cl^6.

» J'ai songé alors à reprendre l'action de l'hydrogène sur CCl^4, action qui a déjà été étudiée par plusieurs chimistes : M. Berthelot a trouvé comme produit au rouge du méthane et de l'éthylène, Stœdeler de l'éthane perchloré C^2Cl^6, sans production de chloroforme ni de C^2Cl^4. Cette assertion pouvait paraître douteuse, puisque, d'après Geuther, C^2Cl^6 est réduit par l'hydrogène au rouge en donnant C^2Cl^4.

» La disposition expérimentale que j'ai adoptée consistait à faire passer à travers un tube de verre vert, de gros diamètre, bourré de pierre ponce sèche et poreuse et chauffé sur une grande grille à analyse, un courant assez rapide d'hydrogène entraînant des vapeurs de CCl^4; si la température est portée au rouge, la réaction a lieu avec incandescence et mise en liberté de charbon, une flamme se propageant jusqu'à l'embouchure du tube.

» Mais, à une température inférieure au rouge, la réaction est plus régulière, il se dégage HCl et l'on recueille un liquide coloré en brun qui, soumis à des fractionnements, est formé en majeure partie de CCl^4 inaltéré; mais il renferme encore, d'abord des produits de substitution hydrogénés $CHCl^3$ et CH^2Cl^2, puis des produits de réduction C^2Cl^6 et C^2Cl^4. Si l'opération est bien conduite, ce qui nécessite une température voisine de celle à laquelle du charbon est mis en liberté, une pierre ponce très poreuse, de sorte que, si le même tube doit servir à plusieurs opérations successives, il faut la revivifier par passage d'un courant d'air au rouge, et enfin l'hydrogène en excès, C^2Cl^6 fait presque complètement défaut, mais le rendement en C^2Cl^4 peut dépasser 10 pour 100 du tétrachlorure mis en expérience. On peut d'ailleurs, après un premier passage, chasser l'hydrogène par de l'anhydride carbonique, cohober et recommencer sur les parties les plus volatiles.

» J'ai pu, par ce procédé, préparer des quantités très notables de C^2Cl^4 dont j'étudie quelques réactions.

» L'oxygène ozonisé réagit mal sur C^2Cl^4 à 0°, mais si l'on élève la tem-

pérature vers 30°, l'ozone se fixe et il se dégage de petites quantités d'oxychlorure $COCl^2$, $C^2Cl^4 + O^2 = 2COCl^2$.

» Si l'on interrompt l'expérience, au bout de quelques jours, on constate qu'après avoir chassé $COCl^2$ par la chaleur il reste un liquide d'odeur désagréable fumant à l'air. On ne peut, par des fractionnements, séparer C^2Cl^4 en excès de l'aldéhyde perchlorée qui s'est formée dans la réaction, car leur point d'ébullition est sensiblement le même 120° et 118°, mais l'existence de cette dernière est démontrée par le produit de l'action d'un peu d'eau; il se dégage HCl et se dépose des cristaux volumineux d'acide trichloracétique qui résultent de la décomposition suivante :

$$\begin{matrix} CCl^3 \\ | \\ COCl \end{matrix} + H^2O = HCl + \begin{matrix} CCl^3 \\ | \\ CO.OH \end{matrix}.$$

» Ce résultat de l'oxydation du corps C^2Cl^4, dont on représente habituellement la composition par le schéma $\begin{matrix} CCl^2 \\ \| \\ CCl^2 \end{matrix}$, peut paraître surprenant étant donnée la température à laquelle s'est produite l'oxydation; la formation du corps $\begin{matrix} CCl^2 \\ | \\ CCl^2 \end{matrix}\!\!>\!O$ paraîtrait plus naturelle, celle de l'aldéhyde perchlorée $\begin{matrix} CCl^3 \\ | \\ COCl \end{matrix}$ résulterait plus naturellement de l'oxydation d'un chlorure hypothétique $\begin{matrix} CCl^3 \\ | \\ CCl \end{matrix}$ dans lequel l'un des carbones fonctionnerait comme élément divalent, comme dans l'oxyde de carbone.

» Mais les fractionnements les plus minutieux faits sur C^2Cl^4, obtenu par les différents procédés indiqués précédemment, n'ont pas confirmé l'existence de deux corps différents dans le produit soumis à l'action de l'ozone. D'ailleurs l'aldéhyde perchlorée avait déjà été obtenue comme produit d'oxydation de C^2Cl^4 par SO^3, mais à une température supérieure à 100°, température qui expliquerait la migration du chlore [1].

» Cependant l'existence de l'oxyde d'éthylène perchloré $\begin{matrix} CCl^2 \\ | \\ CCl^2 \end{matrix}\!\!>\!O$ ne paraît pas douteuse; il semble se former en très petite quantité dans cette oxydation par l'ozone; en effet, j'avais constaté dans une préparation ulté-

---

[1] PRUDHOMME, *Comptes rendus*, t. LXII. Je ferai remarquer que M. Berthelot a réalisé une oxydation semblable sur l'éthylène, par l'acide chromique à 120°, et a obtenu l'aldéhyde.

rieure, qu'en poussant la distillation dans l'air jusqu'au bout une petite quantité de liquide restant dans l'appareil distillatoire se décomposait avec une forte explosion. Je repris donc la même réaction sur environ 300^{gr} de matière maintenue aux environs de 10° pendant une quinzaine de jours d'expérience.

» Après séparation, par distillation sous pression réduite à 2^{cm} de mercure, de l'excès de chlorure C^2Cl^4 et de l'aldéhyde perchlorée qui passent alors à la distillation avant 60°, puis traitement du résidu par l'eau pour dissoudre un peu d'acide trichloracétique formé, il reste une petite quantité d'un liquide rendu sirupeux par un cops solide qui y est dissous; celui-ci s'en sépare par volatilisation dans le vide à 100°, état qu'on maintient une dizaine d'heures, afin d'enlever toute trace du solide qui se volatilise. Ce corps solide fondant vers 180°, possédant une odeur désagréable, insoluble et indécomposable par l'eau, a une composition que je n'ai pas pu déterminer exactement; il semble être un mélange, inséparable par volatilisation, d'éthane perchloré C^2Cl^6, avec un oxychlorure qui serait solide également et lui communiquerait son odeur; cette hypothèse est confirmée par la valeur du point de fusion notablement supérieure à celle, 160°, de C^2Cl^6.

» Le liquide restant distille en majeure partie vers 110°, sous pression de 2^{cm} de mercure; il est insoluble, indécomposable par l'eau, d'une odeur désagréable rappelant celle de l'aldéhyde perchlorée; la quantité obtenue pure a été insuffisante pour pouvoir l'analyser complètement, mais le dosage de carbone correspond bien à la composition du corps $\begin{matrix} CCl^2 \\ | \\ CCl^2 \end{matrix} \!\!>\! O$. Dans l'air, il se décompose avec explosion à sa température d'ébullition. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur une ptomaïne extraite des urines dans le cancer.* Note de M. **A.-B. Griffiths**.

« La méthode qui m'a permis d'extraire cette ptomaïne urinaire a déjà été décrite dans les *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 656.

» Cette ptomaïne est une substance blanche qui cristallise en aiguilles microscopiques, soluble dans l'eau, à réaction alcaline. Elle forme un chloroplatinate, un chloraurate et un chlorohydrate; elle donne un précipité jaune avec l'acide phosphotungstique, brunâtre avec l'acide phosphomolybdique, et rouge avec le nitrate d'argent. Le chlorure mercurique

forme avec elle un précipité gris, et le réactif de Nessler donne un précipité brunâtre. Les analyses de cette base ont donné les résultats suivants :

Substance employée	$0^{gr},306$
CO^2	$0,5502$
H^2O	$0,0808$
Substance employée	$0^{gr},216$
Volume d'azote	$13^{cc},5$
Température	$12°,5$
Pression barométrique	760^{mm}

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé pour $C^8H^5AzO^5$.
Carbone	49,03	»	49,23
Hydrogène	2,93	»	2,56
Azote	»	7,43	7,18
Oxygène	»	»	41,03

» Ces résultats assignent la formule $C^8H^5AzO^5$ à cette nouvelle ptomaïne. Cette base est très vénéneuse; elle produit une fièvre et la mort dans les trois heures.

» Cette ptomaïne, que j'ai nommée la *cancérine*, ne se rencontre pas dans les urines normales; elle est donc bien formée dans l'économie au cours de cette maladie (*cancer uteri*). »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur l'oreille interne de la Roussette de l'Inde* (Pteropus medius). Note de M. **Beauregard**, présentée par M. Blanchard.

« Dans un Mémoire sur l'appareil auditif [1] chez les Mammifères, qui a eu l'honneur d'être couronné par l'Académie des Sciences, j'ai appelé l'attention sur les différences que présente le rocher des Cheiroptères insectivores comparé à celui des Roussettes (Ch. frugivores). J'ai montré en particulier que cet organe est plus volumineux chez les premiers et que son arrêt de développement est plus marqué, comme il ressort de l'absence à peu près complète de région mastoïdienne et du défaut de revêtement osseux des canaux demi-circulaires et du limaçon. Chez les Roussettes, au con-

(1) *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, n° 2; 1893.

traire, il y a une région mastoïdienne osseuse bien différenciée et le rocher ainsi que les canaux demi-circulaires ont un revêtement osseux solide. Ainsi, par un premier examen morphologique, un fait important est établi, à savoir que les Cheiroptères insectivores, chez lesquels l'acuité de l'audition semble devoir être tout particulièrement développée en raison même de leur régime spécial, se distinguent au premier abord des Roussettes, à régime frugivore.

» Pénétrant plus avant dans mes recherches, j'avais étudié avec soin l'appareil de Corti des Cheiroptères insectivores et cette étude m'avait permis de faire connaître un fait anatomique nouveau, dont les physiologistes pourront probablement tirer parti pour édifier la théorie de l'audition. Il s'agit de l'épaisseur relativement très grande qu'atteignent la membrane basilaire et les arcs de Corti chez les Chauves-souris en question. Cet épaississement de ces appareils délicats, peut-être destiné à leur donner une plus grande rigidité et plus d'élasticité, ne fut pas retrouvé chez les autres Mammifères examinés et, en particulier, chez le mouton, qui avait été choisi en raison de son aptitude probable à recevoir l'impression de sons graves plutôt qu'à recevoir l'impression de sons aigus. J'étais très désireux d'étudier également à ce point de vue les Chauves-souris frugivores, mais il m'avait été impossible jusqu'ici de me procurer des individus vivants appartenant à ces espèces. Dans le courant de l'hiver j'ai pu acquérir deux Roussettes de l'Inde, et me livrer enfin aux recherches désirées.

» Les coupes que j'ai pratiquées, après avoir suivi les mêmes méthodes de fixation que j'ai indiquées à propos des Chauves-souris insectivores, m'ont donné les résultats les plus nets. Ni la membrane basilaire, ni les arcs de Corti ne présentent l'épaississement si remarquable que j'avais observé chez les Chauves-souris insectivores. Ces organes se présentent avec la même gracilité, toutes proportions gardées, que chez le Mouton, et ils présentent dans leur épaisseur, depuis une extrémité des rampes jusqu'à l'autre, les mêmes variations ou à peu près que chez le Mouton. Dans le Mémoire dont je prépare la dernière partie pour l'impression (oreille interne), j'entrerai dans des détails que je ne peux exposer ici.

» Pour le moment, la conclusion intéressante à tirer de ces faits est la suivante : chez la Roussette comme chez le Mouton, c'est-à-dire chez les animaux qui semblent être organisés pour recueillir de préférence l'impression de sons très graves, les parties de l'espèce de sommier élastique que forment la lame basilaire et les arcs de Corti, dans l'appareil de Corti, et sur lesquelles reposent les cellules à bâtonnets, terminaisons du nerf

acoustique, offrent une gracilité beaucoup plus grande et par suite une élasticité moindre que chez les animaux aptes, comme les Chauves-souris insectivores, à recevoir l'impression de sons très aigus.

» C'est pourquoi, malgré la parenté zoologique qui existe entre les Cheiroptères insectivores et les Cheiroptères frugivores, ou Roussettes, les différences de structure signalées dans cette Note ressortent de la manière la plus nette. »

ZOOLOGIE. — *Sur les caractères et l'évolution des Lomisinés, nouveau groupe de Crustacés anomoures.* Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les Crustacés du genre *Lomis* ont l'apparence extérieure et vraisemblablement les habitudes des Porcellanes, petits crabes anomouriens qui se blottissent sous les pierres ou dans les anfractuosités des rochers. On les rangea longtemps dans la même famille que ces dernières, mais H. Milne-Edwards les rapprocha des Lithodinés, et on les place actuellement dans une tribu de cette sous-famille, à côté d'autres genres porcellaniformes, les *Dermaturus* et les *Hapalogaster*. L'objet de cette Note est d'établir que les *Lomis* n'ont aucune affinité directe avec les Lithodinés, et qu'ils forment une sous-famille indépendante dans la famille des Paguridés.

» Les Lithodinés sont des crabes anomouriens qui dérivent, ainsi que l'a démontré M. Boas, des Paguridés du genre *Eupagurus*, c'est-à-dire de Crustacés analogues au Bernard l'Ermite de nos côtes. Ils ont, comme ces derniers, un abdomen asymétrique dans lequel les fausses pattes non sexuelles sont impaires et situées à gauche, des maxillipèdes internes dépourvus d'épipodites, des maxillipèdes postérieurs armés d'un denticule sur l'ischiopodite, des branchies formées de lamelles bisériées et une formule branchiale qui comprend de chaque côté une pleurobranchie (au niveau des pattes de la 4^e paire) et cinq paires d'arthrobranchies. Ils se distinguent, en outre, par la forme de leur rostre, qui présente généralement une pointe subterminale, par la structure de leur carapace, qui est très rarement pourvue de lignes membraneuses sur sa face supérieure, enfin, par la structure de leur abdomen, qui est membraneux ou formé de plusieurs séries transversales de pièces solides indépendantes.

» Les *Lomis* n'ont aucun de ces caractères, mais ils en présentent d'au-

tres qui les rapprochent des *Mixtopagurus* et des *Paguristes,* c'est-à-dire des Paguriens les moins adaptés à l'habitat dans des coquilles. Leurs maxillipèdes internes sont munis d'un épipodite plus développé que celui des *Paguristes* et semblable à celui des *Mixtopagurus*, l'ischiopodite de leurs maxillipèdes est dépourvu de denticule, leurs branchies sont semblables à celles des *Mixtopagurus* et formées de filaments quadrisériés; leur formule branchiale enfin, qui comprend quatre pleurobranchies et cinq paires d'arthrobranchies, rappelle à tous égards les *Mixtopagurus*, et ne diffère de celles des *Paguristes* que par le développement d'une pleurobranchie à la base des pattes de la dernière paire. Les *Lomis* ressemblent d'ailleurs aux *Paguristes* par la forme de leur rostre et par les lignes membraneuses de la face dorsale de leur carapace; ils se rattachent d'autre part aux *Mixtopagurus* par certains caractères de leur abdomen, qui est protégé par sept plaques contiguës et entières, et qui porte du côté ventral plusieurs paires de fausses pattes.

» Si les *Lomis* ne rentrent pas dans la sous-famille des Lithodinés, ils ne peuvent pas davantage se ranger dans la sous-famille des Pagurinés, malgré les affinités qu'ils présentent avec elle. Les Pagurinés, en effet, se caractérisent par la réduction de leurs pattes de la quatrième paire qui sont courtes, grêles, et munies d'une aire rugueuse sur le propodite, par l'asymétrie presque constante de leur abdomen, qu'ils logent ordinairement dans des coquilles spirales, enfin par les fausses pattes de leur sixième segment abdominal, qui présentent une aire rugueuse et qui servent d'organes de fixation. Chez les *Lomis*, il n'en est plus ainsi : les pattes de la quatrième paire sont normales, l'abdomen est rigoureusement symétrique et les fausses pattes du sixième segment abdominal font défaut; l'aspect extérieur est d'ailleurs fort peu pagurien et rappelle plutôt celui des Crabes.

» Étant données les considérations qui précèdent, il est facile de retracer en quelques lignes l'évolution des Lomis et celle des Lithodinés. Ces animaux sont des Pagurinés qui, ayant abandonné leurs coquilles, ont perdu leurs fausses pattes fixatrices et évolué vers la forme crabe, conformément à la loi qui domine les transformations de tous les Crustacés anomoures.

» Les Lithodinés dérivent des *Eupagurus*, c'est-à-dire de Crustacés chez lesquels une longue adaptation à la vie pagurienne a rendu l'abdomen très asymétrique, réduit à l'état de rudiment ses plaques dorsales et fait disparaître toutes les fausses pattes du côté droit du corps, à l'exception des

dernières qui fixent l'animal à sa coquille. Ces caractères adaptatifs sont devenus si essentiels qu'ils n'ont pu disparaître complètement chez les Lithodinés; malgré sa tendance vers la forme symétrique, l'abdomen de ces animaux ne présente jamais, en effet, de fausses pattes non sexuelles du côté droit, et les plaques solides qui le recouvrent proviennent de noyaux calcifiés qui se sont formés et réunis après coup dans la membrane abdominale. Quant aux branchies à lamelles bisériées des Lithodinés, elles sont le résultat d'une évolution vers la forme crabe, la seule qui ait pu se manifester chez les *Eupagurus*.

» Les *Lomis* descendent, au contraire, de formes encore peu modifiées par la vie pagurienne et qui tenaient le milieu entre les *Mixtopagurus* et les *Paguristes*. Ces formes devaient avoir, comme les *Mixtopagurus*, un abdomen peu asymétrique et protégé par des plaques entières et contiguës, six paires de fausses pattes bien développées, un épipodite sur les maxillipèdes antérieurs, quatre pleurobranchies et des filaments branchiaux quadrisériés; elles étaient d'ailleurs plus adaptées à la vie pagurienne que les *Mixtopagurus*, comme le prouve le rostre très saillant des *Lomis* et les lignes membraneuses de leur carapace, deux caractères qui sont propres aux *Paguristes*. En abandonnant les coquilles pour se transformer en *Lomis*, ces formes reprirent rapidement la symétrie primitive de leur abdomen; l'évolution vers la forme crabe n'étant plus entravée, le thorax s'élargit, les pattes de la quatrième paire redevinrent normales, l'abdomen se replia contre le sternum, les fausses pattes disparurent toutes chez le mâle, à l'exception des deux paires antérieures qui restèrent sexuelles, et celles de la femelle se réduisirent à quatre paires, comme dans les Crabes.

» L'évolution des *Lomis*, en d'autres termes, se caractérise par la faible durée de l'adaptation pagurienne et ne diffère qu'en cela de celle des Lithodes. Mais cette différence a influé sur l'organisation de ces animaux et les a rendus si dissemblables qu'on pourrait douter, sans une analyse minutieuse, de leur origine commune. Aussi proposons-nous de créer, pour les *Lomis*, un groupe spécial dans la grande famille des Paguridés et de diviser cette dernière en trois sous-familles : les Pagurinés, les Lithodinés et les Lomisinés. »

ZOOLOGIE. — *Du développement et de la formation des canaux excréteurs chez la Cercaire hérissée.* Note de M. **Joannes Chatin.**

« L'étude du système excréteur des Trématodes n'a cessé, depuis une cinquantaine d'années, d'appeler et de retenir l'attention des zoologistes.

» A peine était-il connu dans ses grandes lignes que son interprétation fonctionnelle provoquait de nombreuses divergences; plus tard, de nouvelles controverses s'élevèrent soit sur sa structure, soit sur son mode de développement.

» C'est à ce dernier point de vue que j'ai repris l'examen du sujet en l'abordant, non plus chez un Trématode adulte, ainsi qu'on l'a trop généralement tenté, mais sur une forme larvaire, la Cercaire hérissée (*Cercaria echinata*) qui appartient au cycle évolutif du *Distomum echinatum*.

» On sait que ce Distome habite l'intestin d'un grand nombre d'Oiseaux aquatiques (Canard, Oie, Cygne, etc.). Quant à la Cercaire hérissée, elle se rencontre chez des Mollusques également aquatiques, tels que les Planorbes, les Limnées et les Paludines.

» Si j'ai fait choix de cette Cercaire, ce n'est pas seulement en raison de la facilité relative avec laquelle on peut se la procurer; une autre considération me guidait. A l'époque où je m'occupais de recherches helminthologiques, j'avais été frappé d'une particularité offerte par ses canaux excréteurs : ils se montrent constamment colorés en noir ou en brun noirâtre. On comprend toute l'importance d'un semblable caractère objectif qui permet de repérer sûrement les coupes et de suivre les canalicules excréteurs jusque dans leurs ramifications originelles, lesquelles sont exceptionnellement nombreuses chez ce type.

» La méthode des coupes ne saurait répondre à toutes les indications, et je me suis souvent élevé contre son emploi exclusif; ne pouvant ici me soustraire à en faire un fréquent usage, j'ai du moins apporté tous mes soins à en varier l'intervention. Quant aux réactifs, après en avoir essayé plusieurs, je me suis particulièrement bien trouvé du vert de méthyle et de la vésuvine. Il y a d'ailleurs tout avantage à simplifier la technique, ne fût-ce que pour rendre plus facile le contrôle des résultats obtenus.

» Le premier état de différenciation appréciable et permettant de distinguer le futur canalicule excréteur, se présente sous l'aspect d'une

bandelette cellulaire. Les éléments qui la composent mesurent en moyenne 10 μ. Malgré leur faible diamètre, ils sont assez aisés à reconnaître, leur noyau étant relativement volumineux; ce noyau fixe les réactifs colorants avec plus d'intensité que le corps cellulaire, dont il aide ainsi à suivre le contour.

» Néanmoins celui-ci est toujours difficile à accompagner exactement par suite de l'extrême réduction du protoplasma somatique. Il y a là un de ces cas de karyomégalie sur lesquels j'ai insisté à propos d'autres éléments et qui sont fréquents dans les jeunes cellules.

» Si délicate qu'elle puisse être, la délimitation des aires cellulaires est indispensable; elle domine l'ensemble de la formation considérée à ce stade et en exprime le critère anatomique.

» Effectivement, il dure très peu cet état de bandelette franchement cellulaire, composée d'éléments possédant leur autonomie et leur individualité. On ne tarde pas à le voir se modifier profondément : les cellules semblent se fusionner; leurs frontières s'effacent et l'on n'a plus sous les yeux qu'une sorte de plasmodie succédant à la bandelette cellulaire qui existait antérieurement.

» Caractéristique du second stade évolutif, ce plasmode témoigne d'une réelle activité histique se traduisant par des phénomènes de prolifération nucléaire. Le nombre des noyaux augmente et indique le début de la troisième période qui répond à l'apparition du canal proprement dit.

» Sur la coupe parallèle au grand axe de la bandelette plasmodiale se dessine un espace conique, à sommet dirigé vers la partie supérieure de la bandelette qui le clôt à ce niveau, tandis qu'il se prolonge inférieurement dans toute l'étendue de la plasmodie.

» Sur une coupe menée perpendiculairement au grand axe de la bandelette, on voit une cavité étroite, à bords sinueux, entourée par la plasmodie.

» Comment se forme cette lumière centrale? D'après les travaux les plus récents, elle procéderait d'une « colonne cellulaire qui se troue en son centre pour former le canal excréteur ». Chez la Cercaire hérissée, cette origine semble difficile à admettre : la « colonne cellulaire » n'existe plus à ce moment, puisqu'elle a fait place à un syncitium; en outre, bien des histologistes éprouveront quelque peine à concevoir le processus suivant lequel une série de cellules « se trouent » simultanément en leur centre, repoussant latéralement leurs noyaux avec une telle régularité « qu'on n'en trouve jamais plus d'un sur la même coupe ».

» Que les choses se passent de la sorte dans d'autres Trématodes, c'est possible; mais ici la coupe montre généralement plusieurs noyaux. On est dès lors conduit à se demander si ces noyaux, au lieu d'être refoulés par le creusement du canal, n'ont pas déterminé sa formation par le groupement même qu'ils ont imprimé à la plasmodie.

» Les noyaux se multipliant surtout à sa périphérie, son protoplasma tend à se condenser dans la même zone et à s'amincir vers le centre de la bandelette; c'est donc dans sa région axile qu'elle offre le minimum de résistance à la traction qu'exercent sur elle les tissus ambiants, en voie d'accroissement et de différenciation, d'où sa disjonction suivant cet axe. De fait, la seule partie qui ne participe pas au phénomène demeure précisément la plus pauvre en noyaux; elle forme la calotte apicilaire du canal.

» Dans la bandelette plasmodiale, il n'y a pas à mentionner que des manifestations d'activité nucléaire, l'activité plasmatique est aussi évidente, qu'on examine le paraplasma ou l'hyaloplasma. Dans le premier apparaissent des gouttelettes brunâtres qui, augmentant en nombre et en diamètre, se rassemblent dans le canal et lui impriment sa coloration caractéristique. Principalement localisé sur les bords de la plasmodie, l'hyaloplasma s'y étend en expansions filiformes qui plongent, les unes dans le parenchyme voisin, les autres dans le canal; celles-ci deviennent l'origine des flammes et fouets vibratiles destinés à accélérer le cours du liquide brunâtre. De même, la calotte apicilaire pourra s'ouvrir et la plasmodie marginale se différencier pour constituer au canal des parois plus ou moins complexes. Ce sont là des faits ultérieurs que je n'ai pas à considérer; ils appartiennent au domaine de l'Anatomie proprement dite.

» J'ai cherché simplement à apporter ma contribution à l'étude d'un sujet qui, je le rappelais au début de cette Note, n'a cessé d'offrir un très vif intérêt. On voit que l'étude de la Cercaire hérissée permet de modifier assez notablement les notions généralement admises : la formation des canalicules excréteurs s'opère ici dans une bandelette plasmodiale et non par perforation d'une colonne cellulaire; la prolifération nucléaire joue un rôle important et concourt, avec l'activité plasmatique, à réaliser les conditions organiques nécessaires au fonctionnement de l'appareil. »

ZOOLOGIE. — *Les Diptères parasites des Acridiens : les Muscides ovipares à larves oophages. — Les Diptères fouisseurs.* Note de M. **J. Künckel d'Herculais**, présentée par M. Edmond Perrier.

« La présence de *vers* dans les pontes des Acridiens a été constatée pour la première fois en Algérie, lors de la grande invasion des Criquets pèlerins de 1866; mais un observateur les prit pour la forme primaire des Acridiens ([1]); d'autres reconnurent qu'il s'agissait de larves de Diptères ([2]), et l'un d'eux établit qu'elles se transformaient en une *mouche grise* dont il ignorait le nom ([3]). D'après une opinion singulière répandue dans la colonie, ce seraient des vers, habitant la cavité générale des Sauterelles, c'est-à-dire des larves de *Sarcophaga*, qui abandonneraient le corps de leur hôte au moment de la ponte pour se glisser au milieu des œufs ([4]).

» Les observations que j'ai été à même de faire en Algérie, au cours de la Mission dont j'étais chargé, me permettent de retracer l'histoire complète de ces parasites aux points de vue biologique et zoologique.

» Les Muscides ovipares à larves oophages qui détruisent les œufs déposés dans le sol par les Acridiens appartiennent aux deux grandes tribus des Anthomyines et des Muscines. Les premières s'attaquent aussi bien aux Sauterelles à évolution lente, c'est-à-dire à celles dont les coques ovigères demeurent neuf mois en terre, qu'aux Sauterelles à évolution rapide, c'est-à-dire à celles dont les œufs, non renfermés dans une coque, ne mettent que six à deux semaines à éclore; les secondes vivent aux dépens des Sauterelles à évolution rapide; grâce à leur prompt développement et à

([1]) Amédée Maurin, *Invasion des sauterelles;* Paris et Alger, 1866, p. 34 et 35.

([2]) Ch. Lallemant, *Revue critique et observations sur la brochure de M. le Dr Amédée Maurin;* Alger et Paris, 1866, p. 15.

([3]) Agnély, *Le Criquet pèlerin; ses invasions en Algérie;* Alger, 1866. Extrait des lettres de M. Olivier au journal *La Seybouse,* p. 14.

([4]) Lestage, *Les Acridiens,* 1891; Blida, 1891, p. 37 et 38. Cette erreur d'observation a conduit le Dr Lestage (*loc. cit.,* p. 38) à écrire que j'avais reconnu que « ces larves oophages donnaient naissance à *Sarcophaga clathrata,* Meigen »; M. Ch. Brongniart m'a fait dire également [*Les Criquets pèlerins* (*Le Naturaliste,* 4e année, no 127, 15 juin 1892, p. 140)] que « j'avais signalé cette Sarcophage comme détruisant sous la forme larvaire les œufs des Criquets pèlerins ». M. Ch. Brongniart a confondu ici les Diptères vivipares à larves sarcophages avec les Diptères ovipares à larves oophages.

leurs générations successives, elles anéantissent sur d'énormes superficies les pontes des Criquets pèlerins; leurs mœurs sont curieuses, inattendues; elles étaient absolument ignorées.

» C'est à Biskra, en mars 1891, que je découvris au milieu des grappes d'œufs d'*Acridium peregrinum*, de petites larves de mouches; mon attention éveillée, je visitai les grands chantiers de ramassage installés autour de l'oasis ([1]), et, dans une foule de pontes je rencontrai ces asticots; depuis, je les trouvai souvent parmi les œufs qui me furent adressés de différents points de l'Algérie; en 1892, j'observai leur présence dans les coques ovigères des Stauronotes marocains. Ces larves atteignent en quelques jours leur taille maximum qui n'excède pas 5^{mm} à 6^{mm} ([2]), restent environ une semaine à l'état de pupe et se transforment en une élégante petite mouche cendrée, l'*Anthomyia cana*, Macquart ([3]). Cette Anthomye joue en Algérie un rôle de quelque importance dans la destruction des œufs de Sauterelle; elle est exactement représentée aux États-Unis, par l'*Anthomyia angustifrons*, Meigen; d'après Riley, cette mouche a détruit, en 1876, dans le Missouri, le Kansas, le Nebraska et autres localités, 10 pour 100 et au delà de l'Acridien ravageur américain, le *Caloptenus spretus*.

» En avril, mai et juin 1891, du Hodna (M'sila), de la Kabylie (Fort-National), du Jardin d'Essai du Hamma (environs d'Alger) et d'un très grand nombre de gisements d'œufs de Criquets pèlerins répartis dans le Tell et sur le littoral, me furent adressés, au Gouvernement général, soit des mottes de terre criblées de trous de ponte au fond desquels grouillaient des larves de Mouches dévorant les œufs, soit les asticots eux-mêmes qu'on avait récoltés sur les gisements. J'élevai ces larves ([4]) et vis éclore par centaines une Mouche de la taille de la Mouche commune, reconnaissable à ses ailes superposées, à son épistome en forme de rostre, à ses lunules blanc jaunâtre de l'abdomen, à la pubescence blanche de la face inférieure de sa tête et de son corps; c'était l'*Idia lunata*, Fabricius, ou *fasciata*, Meigen ([5]).

([1]) J. Künckel d'Herculais, *Invasions des Acridiens*, vulgo Sauterelles, en Algérie. Alger, 1893, Pl. VI et VII.

([2]) Idem, *loc. cit.*, Pl. I, *fig.* 20, *a*, *b* et *c*.

([3]) Idem, *loc. cit.*, Pl. I, *fig.* 21, 22, 23 et 23, *a*. — Cette Anthomyie a été déterminée sur un type de Macquart conservé dans les collections du Muséum, mais de provenance inconnue; c'est une espèce en quelque sorte retrouvée.

([4]) J. Künckel d'Herculais, *loc. cit.*, Pl. I, *fig.* 12 et 12, *a*.

([5]) *Id.*, *loc. cit.*, pl. I, *fig.* 13, 14, 15 et 15, A.

» Lors de l'invasion de 1892, la présence des larves d'Idie fut signalée sur une foule de points de ponte dans les départements d'Alger et d'Oran; labourant pendant la nuit certains gisements en tous sens, elles détruisirent jusqu'à 100 pour 100 des œufs. Je m'attachai à suivre les évolutions des Mouches et fus assez heureux pour observer leurs manœuvres.

» Ces Mouches suivent les vols des Criquets pèlerins et lorsque les Acridiens atterrissent pour s'accoupler et pondre, elles voltigent autour d'eux et se posent sur les mottes de terre avoisinantes. Si l'on regarde attentivement, on est tout étonné de les voir surgir tout à coup là où leur présence n'était pas supposable, et l'on est encore plus surpris de les voir sortir des fissures du sol. Fouillant la terre, je mis à découvert les grappes d'œufs des Criquets, et sur ces œufs, la loupe aidant, je trouvai des œufs minuscules que la forme et la structure faisaient reconnaître pour des œufs de Muscides. Je capturai quelques Idies femelles, je les isolai dans des tubes et je ne tardai pas à les voir allonger leur abdomen en un tube grêle ayant plus du tiers de sa longueur, et déposer le long des parois de leur prison des œufs semblables à ceux rencontrés sur les œufs des *Acridium peregrinum*. Je renouvelai mes observations sur le terrain et je vis alors les femelles d'*Idia*, s'aidant de leur tête au rostre incurvé, s'insinuer dans le sol pour y atteindre les pontes des Criquets situées de 3^{cm} à 8^{cm} au-dessous de la surface du sol [1].

» Les Hyménoptères n'ont donc pas seuls le privilège de fouir la terre, voici des Diptères, les *Idia*, qui ont des aptitudes qu'on était loin de leur soupçonner; mais si elles sont capables de pénétrer dans les terres fortes, elles sont impuissantes à traverser les sols légers et sablonneux; d'où deux déductions importantes. Si les *Idia* peuvent détruire totalement les pontes des Criquets pèlerins déposées dans les terres fortes, elles ne s'attaquent jamais à celles enfouies dans les sables; cela explique le choix que l'*Acridium peregrinum* fait pour y effectuer le dépôt de ses œufs, des terrains légers et frais. D'autre part, le parasitisme exerçant toute sa puissance sur les pontes confiées aux terres fortes qui sont cultivées de préférence, il y a le plus grand intérêt à surveiller les gisements d'œufs situés dans les terrains sablonneux, généralement abandonnés, qui, seuls, laissent venir au jour de redoutables armées de jeunes Sauterelles. »

---

(1) « M. Künckel s'est rendu à Cheragas (environ d'Alger) le 12 juin 1892 et a contrôlé ses observations en compagnie de M. le Dr Bordo, Maire de la commune ». (*Dépêche algérienne*, n° 2473, 4 juin 1892.)

BOTANIQUE. — *Les communications intercellulaires chez les Lichens*. Note de M. Georges Poirault, présentée par M. Duchartre.

« Pendant longtemps, on a cru que la membrane des cellules végétales séparait complètement les contenus et que les corps protoplasmiques étaient entièrement isolés les uns des autres.

» Des recherches plus approfondies ont amené la réforme de cette manière de voir et l'on doit admettre aujourd'hui que chez les plantes vasculaires, les seules qui aient été l'objet de travaux un peu étendus à cet égard ([1]), il existe dans les membranes de très nombreux et très fins canalicules permettant la communication entre deux cellules voisines.

» J'ai eu récemment ([2]) l'occasion de décrire ces communications dans les Cryptogames vasculaires où elles sont fort belles; la présente Note a pour objet de signaler leur existence chez les Lichens dans le thalle et les apothécies desquels elles sont relativement faciles à voir.

» Contrairement à ce qu'on observe chez les Phanérogames où il est souvent nécessaire de fixer le protoplasma avant de procéder à la recherche de ces communications, chez les Lichens l'examen peut être fait sans fixation préalable. Les matériaux frais ne sont pas indispensables et peuvent être remplacés par des matériaux secs. Ce qui, étant données la nature de ces végétaux et leurs conditions d'existence qui les exposent souvent à une dessiccation prolongée, n'a pas lieu de nous surprendre.

» Un des exemples les plus démonstratifs de ces communications est l'*Usnea barbata*. Les cellules de la couche médullaire du thalle qui ont été décrites et figurées par M. Schwendener ([3]) et où cet illustre botaniste n'a pu voir le passage du protoplasma d'un tube à l'autre présentent, à n'en pas douter, cette particularité de structure. Les communications existent non seulement entre cellules superposées, mais même entre éléments

---

([1]) Kienitz Gerloff, *Die Protoplasma Verbindungen zwischen benachbarten Gewebselementen in der Pflanze* (*Bot. Zeit.*, p. 1; 1891). On y trouve l'indication des travaux antérieurs. Pour les Algues (et les Mousses) voir F.-G. Kohl, *Protoplasmaverbindungen bei Algen* (*Berichte der deutschen botan. Ges.* 1891).

([2]) Georges Poirault, *Recherches anatomiques sur les Cryptogames vasculaires* (*Ann. Sc. Nat. Botanique*, 7e série, t. XVIII, p. 210).

([3]) S. Schwendener, *Untersuchungen über den Flechtenthallus in* Naegely, *Beiträge z. wiss. Botanik*, Heft. II, p. 120, Pl. II, fig. 22.

assez éloignés. On sait, en effet, que ces tubes courts à membrane épaisse, qui constituent dans les Usnées une forte colonne axile, émettent de distance en distance des ramifications grêles qui vont s'unir soit au corps d'une cellule voisine, soit à un rameau de celle-ci. Presque toujours la membrane se perfore au point de réunion et les protoplasmes communiquent. Le cordon médullaire des Usnées présente fréquemment des cellules dirigées transversalement ou obliquement par rapport à l'axe. Comme elles émettent plusieurs ramifications, elles peuvent entrer en communication avec différentes cellules parfois assez éloignées les unes des autres. Dans les cellules du thalle des Lichens, les cloisons terminales donnent passage d'ordinaire à plusieurs filaments protoplasmiques. Dans les paraphyses multiseptées des apothécies, je n'ai jamais vu qu'un seul canal de communication. Quant aux gonidies, je n'ai, jusqu'à présent, pu voir aucune connexion protoplasmique entre elles et les hyphes qui les entourent.

» Je me propose de figurer ces particularités de structure dans une prochaine Note. Aujourd'hui j'ai voulu seulement signaler ces faits dont la constatation est dans quelques cas (*Usnea barbata, Cladonia rangiferina, Peltigera canina, Calicium chrysocephalum,* etc.) beaucoup plus facile que ne l'est parfois celle de faits similaires dans les cellules des Phanérogames. »

GÉOLOGIE. — *Sur les lignes géologiques des environs de l'observatoire d'Abbadia* (Basses-Pyrénées). Note de M. **P.-W. Stuart-Menteath**, présentée par M. Fouqué.

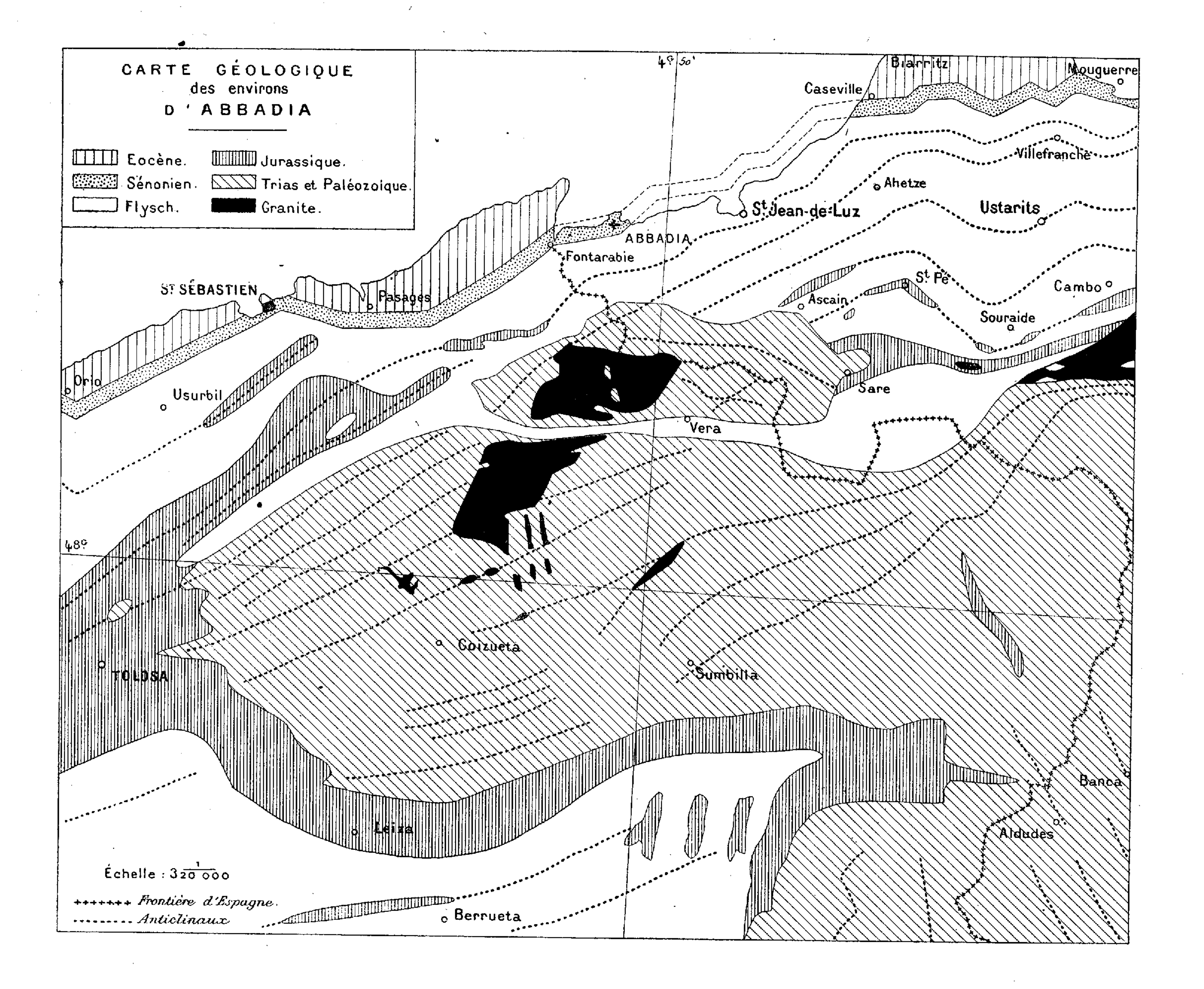
« L'étude pratique des filons métallifères des Pyrénées occidentales m'ayant permis de fouiller pendant quinze ans, et jusqu'à de grandes profondeurs, les roches de la partie la moins connue des Pyrénées, j'ai depuis longtemps essayé d'utiliser les nombreuses cartes et plans relevés autour des mines que j'ai dirigées et visitées, dans le but de fixer la direction des plis déjà représentés dans mes premières coupes du pays, publiées en 1881. Il m'a semblé déjà possible d'indiquer, sur la petite Carte ci-jointe, la direction des lignes de l'écorce terrestre qui peuvent affecter les observations géodésiques conduites depuis trente ans à l'observatoire d'Abbadia, lesquelles observations me paraissent destinées à fournir quelques indications concernant l'origine de ces vagues de la terre solide qui simulent l'effet

des marées. Mon cadre topographique étant tracé sur la carte officielle au $\frac{1}{320000}$, il est facile de le compléter par simple superposition.

» Un regard sur la Carte montre que les lignes, ainsi relevées sans hypothèses sur le terrain, ne sont pas locales ni accidentelles, mais font partie d'un système assez étendu et assez régulier pour qu'on puisse attribuer à la direction dominante une part appréciable dans les modifications subies par tout mouvement, vibratoire ou autre, transmis par les fondations de l'observatoire. Dans ces conditions, on peut espérer que les nombreuses sources d'erreur, qui affectent les essais de ce genre, ont été évitées ou compensées, et qu'il ne s'agit nullement des coïncidences trompeuses qui se présenteraient nécessairement dans un champ moins défini ou arbitrairement choisi. Quant aux différences notables que la Carte présente avec toutes les esquisses géologiques existantes de la même région, je dirai seulement que j'ai trouvé la *Radiolites foliaceus* dans le calcaire réputé cambrien de Vera, une riche faune albienne dans les grès réputés triasiques d'Oyarzun, des faunes jurassiques dans les marnes réputées crétacées au sud-est de Saint-Sébastien, et des Nummulites dans la bande réputée sénonienne de la côte d'Espagne. Ces fossiles ayant seulement confirmé les recherches stratigraphiques que je poursuis depuis longtemps, il m'a semblé utile de signaler sans retard la différence d'au moins 35° qui se présente entre mes lignes et celles qui sont fondées sur des cartes incomplètes.

» Si l'on dessinait mes lignes de la côte sur une carte à grande échelle et avec un soin minutieux, on trouverait qu'elles sont composées d'éléments souvent rectilignes, et qui présenteraient une série infinie de plissements horizontaux. A l'échelle de la carte, on voit qu'il existe des plissements en grand du même genre. La régularité de leur tracé est affectée par les imperfections de la carte topographique, qui est très fautive pour le territoire d'Espagne. Ce caractère composé se retrouve dans les plis de la montagne, dont un seul est souvent le résumé d'un grand nombre de plis subordonnés, eux-mêmes également complexes. Loin de servir de guide dans les recherches, cet aspect des phénomènes stratigraphiques ne peut être que leur dernier résultat, et c'est dans les régions les mieux étudiées qu'on est parvenu à le figurer avec quelque certitude. Il y a souvent, dans le *flysch* et les roches les plus métamorphisées, une structure en fonds de bateaux (tantôt renversés, tantôt debout) dont les plis sont tellement fractionnés que tout tracé de lignes dominantes est purement arbitraire.

» Le flysch présente les plus remarquables analogies avec le trias. Dans


CARTE GÉOLOGIQUE
des environs
D'ABBADIA
Eocène.
Sénonien.
Flysch.
Jurassique.
Trias et Paléozoique.
Granite.
4° 50'
48°
Biarritz
Mouguerre
Caseville
Villefranche
Ahetze
St Jean-de-Luz
Ustarits
ABBADIA
Fontarabie
St Pé
Cambo
Ascain
Souraide
St SÉBASTIEN
Pasages
Orio
Usurbil
Sare
Vera
Goizueta
Sumbilla
TOLOSA
Banca
Aldudes
Leiza
Berrueta
Échelle : 1/320 000
Frontière d'Espagne.
Anticlinaux

la plaine, la décomposition de la pyrite et la présence de matières bitumineuses occasionnent la production de *schistes pourris*, marnes irisées, imprégnations de gypse, et sources renommées. Dans la montagne, des bandes minces de cette formation traversent le granite et les roches anciennes, simulent le trias alpin, et présentent parfois le caractère de failles. Une de ces bandes traverse toute la carte avec une notable indépendance des plis des autres terrains; et j'ai depuis longtemps signalé des bandes semblables entre la limite orientale de la carte et les Eaux-Bonnes.

» Dans le flysch on trouve des bandes fossilifères analogues à celles de Gosau et Glaneck. C'est au crétacé du bassin de Vienne que, depuis 1881, j'ai crû devoir comparer celui des Pyrénées, tout en essayant, sans plus de succès que d'autres observateurs, de le faire rentrer dans les divisions classiques du bassin de Paris. La bande sur laquelle l'observatoire se trouve est caractérisée par une faune de Gosau, et présente des lentilles de conglomérat alternantes avec des marnes versicolores, souvent en fausse stratification. Des échinides, des inocérames et des éponges silicifiés se trouvent dans la falaise. L'extrémité du promontoire, à 500^m de l'édifice, est composée d'un calcaire rosé qui indique le sommet du crétacé.

» A Caseville, près Biarritz, ainsi qu'au nord de Fontarabie, les roches supérieures, qui sont cachées à Abbadia par la mer, sont faciles à étudier. Elles consistent en 150^m de *flysch* à fucoïdes, représentant l'éocène inférieur et probablement les couches de passage, connues dans les Pyrénées sous le nom de *garumnien*. Elles passent insensiblement à des grès à fragments de charbon avec intercalation de *flysch* à fucoïdes et *Scolithia prisca* Quatref., lesquels composent la montagne de Jaizquibel et représentent l'éocène moyen et supérieur de Biarritz, d'après leur continuité stratigraphique et la présence, à Pasages, de nummulites et operculines caractéristiques. A quelques mètres du calcaire rosé, des bandes rouges métamorphisées et parfois accompagnées de glissements et petites plications locales se présentent partout, et contiennent, à Caseville, du gypse. Des imprégnations identiques de gypse se présentent à Ahetze au-dessus de la surface, presque horizontale, d'un calcaire caractéristique du *flysch*. Le même phénomène se retrouve en Navarre. C'est très probablement la dissolution de ce gypse qui occasionne près du calcaire rosé d'Abbadia, et à 400^m de l'observatoire, le curieux phénomène de l'engloutissement persistant du fond d'une petite anse et de toutes les matières employées pour combler le trou produit. Le *flysch*, comme le trias, présente assez souvent des gouffres de ce genre. Les petits lacs des environs de Biarritz ont pro-

bablement une pareille origine. C'est à un phénomène analogue qu'il faut sans doute attribuer la formation des cuvettes profondes qui contiennent le sel gemme du bassin de Bayonne. Dans ce dernier cas, les ophites ont certainement contribué à la formation, et probablement au remplissage des cavités. La présence de quartz bipyramidés dans le sel gemme est très caractéristique.

» *Note.* — Dans la partie sud-est de la Carte, on voit l'indication d'un changement complet du régime des plis. J'ai commencé, eu 1868, par la découverte du lias fossilifère à Arroyoz, les recherches qui m'ont fait changer complètement, dans ma première Carte géologique du pays (*Bull. Soc. Géol.*, 1881), la constitution supposée de cette partie des Pyrénées, et, par les soins des géologues d'Espagne, mes recherches ont été pleinement confirmées sur le terrain. J'ai développé, en 1886 (*Bull. Soc. Géol.*, t. XIV, p. 597), des raisons qui me faisaient explicitement réserver aux idées de Lory une part importante et modificatrice en regard des idées de M. Suess, que je venais de faire connaître dans mon pays. Occupé depuis lors de l'étude détaillée et du développement actif des mines des Pyrénées, j'ai pu m'assurer, depuis la Catalogne jusqu'aux Basses-Pyrénées, que les plis superficiels sont dominés et délimités par des plans profonds de séparation, indiqués par Lory dans les Alpes, et qui ont toujours attiré l'attention des éminents élèves d'Élie de Beaumont. Les plis, des deux côtés de ces plans, sont indépendants, quelle que soit leur situation, et peuvent représenter des actions distinctes, telles que le glissement superficiel et la pression profonde. Cet ordre de phénomènes me paraît destiné à attirer de nouveau l'attention des géologues, momentanément concentrée sur les plis superficiels, qui ont pendant longtemps attiré mon attention dans les Pyrénées, et que j'ai presque exclusivement figurés dans mes premières coupes. Dans la région de l'observatoire, il y a, heureusement, coïncidence entre les directions des plis superficiels et des divisions profondes. Dans la région au sud-est, il y a, entre ces deux régimes, une divergence notable. Les bancs composant les plis récents coupent nettement, à 45° ou 90°, les bancs composant les plis anciens.

» Afin d'éviter toute matière à controverse, ainsi que la complication d'une carte détaillée, j'ai classé avec le *flysch* tout le crétacé, à l'exception du sénonien incontestable entre Villefranche et Orio. L'introduction du détail du crétacé n'apporterait aucune modification des lignes concernant l'observatoire. Quant au granite, on voit que ses massifs pénètrent en travers des bandes sédimentaires, et que même celui du Labourd est un accident dans un grand pli horizontal, affectant toutes les bandes situées soit au nord, soit au sud du massif granitique. Les ophites, ayant encore moins affecté le caractère des plis, sont entièrement omises sur la Carte. J'ai donné, dans le *Bulletin de la Société géologique de France* de 1892, une Carte géologique des terrains de l'est, qui peut servir de supplément à la Carte ci-jointe. »

VITICULTURE. — *Lutte contre le Phylloxera.* Note de M. **Rabourdin.**

« Mes vignes ([1]) sont plantées sur un terrain argilo-siliceux où le gros sable domine avec sous-sol calcaire.

» Ces vignes ont été défendues de l'Oïdium par des *soufrages* et du Mildew par des pulvérisations au sulfate de cuivre.

» Pour les défendre contre le Phylloxera, j'ai fait verser au pied de chaque souche 2^{lit} d'une solution dont voici la formule :

Sulfate de zinc	3^{kg}
Acide sulfurique	500^{gr}
Eau	100^{lit}

ce qui met 60^{gr} de sulfate par pied de vigne; je fais saupoudrer la partie déchaussée avec 500^{gr} de phosphate métallurgique du *Creusot* semé en poudre sur toute la surface déchaussée; après quelques jours, quand l'air a suffisamment neutralisé l'alcalinité du phosphate, je fais remblayer les pieds de vigne.

» J'ai fait arracher des pieds de vigne traités depuis deux ans et qui sont en assez bon état de végétation, qui présentent des raisins : je n'ai pas trouvé d'insectes vivants sur les racines. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 mai 1894.

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut. Tome XI. Mai 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. in-8°.

([1]) A Ferendos, commune de Lury-sur-Arnon (Cher).

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. Tome XVIII. Mars 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. in-8°.

Clinique médicale de la Charité. Leçons et Mémoires, par le professeur POTAIN et ses collaborateurs. Paris, G. Masson, 1894; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Potain.)

Traité pratique des maladies du système nerveux, par J. GRASSET et G. RAUZIER. Ouvrage couronné par l'Institut. Montpellier, C. Coulet; Paris, G. Masson, 1894; 2 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Archives d'Électricité médicale, expérimentales et cliniques. Tome I. Première année. Bordeaux, Feret et fils; Paris, O. Doin, 1893; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

De l'action de l'eau de mer sur les microbes, par le Dr P.-A. CASSEDEBAT, médecin-major de 1re classe. (Extrait de la *Revue d'Hygiène*, 1894.) Paris, G. Masson, 1894; 1 br. in-8°.

Archives italiennes de Biologie. Revues, résumés, reproduction des travaux scientifiques italiens, sous la direction de A. Mosso, professeur de Physiologie à l'Université de Turin. Tome XXI. Fasc. I. Turin, H. Lœscher, 1894; 1 vol. in-8°.

Tables auxiliaires pour la détermination de l'heure par des hauteurs correspondantes de différentes étoiles, construites par Dr. TH. WITTRAM, astronome adjoint à l'observatoire central Nicolas. Saint-Pétersbourg, 1892; 1 br. gr. in-8°.

Observations de Poulkovo, publiées par OTTO STRUVE, ancien directeur de l'observatoire central Nicolas. Vol. X : *Mesures micrométriques des étoiles doubles*. Saint-Pétersbourg, 1893; 1 vol. gr. in-4°.

The thirty-sixth Annual Report of the trade and commerce of Chicago for the year ending December 31, 1893. Chicago, 1894; 1 vol. in-8°.

Publications de l'observatoire central Nicolas, sous la direction de TH. BRÉDIKHINE. Série II. Vol. I : *Observations faites au cercle vertical* par M. NYREN. Saint-Pétersbourg, 1893.

Russische Expeditionen zur Beobachtung des Venusdurchgangs 1874. Abtheilung I : *Zusammenstellung der Contactbeobachtungen und Ableitung der geographischen Coordinaten der Beobachtungstationen*, von Dr. TH. WITTRAM. Saint-Pétersbourg, 1891; 1 br. in-4°.

The quarterly Journal of the geological Society. Edited by the assistant secretary. London, 1894; 1 vol. in-8°.

Stern-Ephemeriden auf das Jahr 1894 *zur Bestimmung von Zeit und Azimut mittelst des tragbaren Durchgangsinstruments im Verticale des Polarsterns,* von W. Döllen. Dorpat, 1893.

ERRATA.

(Séance du 21 mai 1894.)

Note de M. *A. Béchamp* : Existe-t-il une digestion sans ferments digestifs, etc.?

Page 1157, première ligne de la note au bas de la page, *au lieu de Savants étrangers,* n° 3, *lisez Savants étrangers,* t. XXVIII, n° 3.

Page 1160, ligne 13, *au lieu de* sur qui, *lisez* en qui.

Même page, ligne 17, *au lieu de* enrichit, *lisez* annihile.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 JUIN 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection, faite par l'Académie, de M. *d'Arsonval*, pour remplir la place laissée vacante dans la Section de Médecine et Chirurgie par le décès de M. *Brown-Sequard*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **d'Arsonval** prend place parmi ses Confrères.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le satellite de Neptune.* Note de M. F. TISSERAND.

« I. Je me suis occupé, il y a quelques années (*Comptes rendus*, t. CVII), des anomalies présentées par le satellite de Neptune; le plan de son orbite est animé d'un mouvement très sensible que j'ai attribué à l'action du renflement équatorial de la planète. M. Newcomb, notre savant correspondant, avait eu de son côté la même idée. Dans les cinq dernières années, M. H. Struve a fait des observations nombreuses et très précises du satellite de Neptune avec la grande lunette de l'observatoire de Poulkovo. Il vient de publier ces observations (*Mémoires de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, t. XLII, n° 4) et les calculs qu'il a faits pour en déduire les éléments elliptiques du satellite; il a discuté de même toutes les observations antérieures.

» Le Mémoire très intéressant de M. H. Struve met en pleine évidence le mouvement progressif du plan de l'orbite du satellite; ainsi, de 1848 à 1892, la longitude du nœud a augmenté de 7°, tandis que l'inclinaison a diminué d'à peu près autant. Ces changements très nets sont cependant loin de suffire pour déterminer la position du plan de l'équateur et l'aplatissement de Neptune; néanmoins, on peut en déduire quelques indications intéressantes, comme je vais le montrer.

» II. Soient θ et φ la longitude du nœud ascendant et l'inclinaison de l'orbite du satellite à l'époque t; θ' et φ' les quantités analogues pour l'équateur de la planète; C l'angle des deux plans; n et a le moyen mouvement et le demi-grand axe du satellite; b, ε et $\varkappa$ le rayon équatorial, l'aplatissement de la planète et le rapport de la force centrifuge à l'attraction pour un point de l'équateur. On a, en se reportant à ma Communication mentionnée plus haut,

$$\sin\varphi \frac{d\theta}{dt} = \sigma n \cos C \frac{\partial \cos C}{\partial \varphi},$$

$$\sin\varphi \frac{d\varphi}{dt} = -\sigma n \cos C \frac{\partial \cos C}{\partial \theta},$$

$$(1) \qquad \cos C = \cos\varphi \cos\varphi' + \sin\varphi \sin\varphi' \cos(\theta' - \theta),$$

$$\sigma = \frac{b^2}{a^2}\left(\varepsilon - \tfrac{1}{2}\varkappa\right).$$

» L'angle C reste constant; les équations précédentes peuvent encore s'écrire

$$(2)\qquad \frac{d\theta}{dt} = \rho[-\cot\varphi' + \cot\varphi\cos(\theta' - \theta)],$$

$$(3)\qquad \frac{d\varphi}{dt} = -\rho\sin(\theta' - \theta),$$

$$(4)\qquad \rho = \frac{b^2}{a^2}n(\varepsilon - \tfrac{1}{2}\varkappa)\cos C\sin\varphi'.$$

» J'ai déduit des nombres rapportés par M. H. Struve, à la page 62 de son Mémoire, par un calcul d'interpolation, les positions suivantes du plan de l'orbite du satellite, rapportées à l'équateur et à l'équinoxe terrestre de 1887,0, et les dérivées $\frac{d\theta}{dt}$ et $\frac{d\varphi}{dt}$,

$$(5)\quad \begin{cases} \theta_0 = 180°,30, & \left(\frac{d\theta}{dt}\right)_0 = +0°,163, & \varphi_0 = 125°,10, & \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)_0 = -0°,124, \\ \theta_1 = 182°,30, & \left(\frac{d\theta}{dt}\right)_1 = +0°,142, & \varphi_1 = 122°,83, & \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)_1 = -0°,242, \\ \theta_2 = 184°,13, & \left(\frac{d\theta}{dt}\right)_2 = +0°,145, & \varphi_2 = 120°,39, & \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)_2 = -0°,152; \end{cases}$$

l'unité de temps est l'année julienne, et l'on a

$$t_0 = 1857,18,\qquad t_1 = 1870,11,\qquad t_2 = 1882,86.$$

» J'applique l'équation (1) aux trois époques ci-dessus, et je prends la moyenne, ce qui donne

$$(6)\qquad \frac{\cos C}{\sin\varphi'} = -0,542\cot\varphi' - 0,840\cos\theta' - 0,034\sin\theta';$$

c'est une équation très sûre. J'applique maintenant les équations (2) et (3) à l'époque moyenne, en remplaçant $\frac{d\theta}{dt}$ et $\frac{d\varphi}{dt}$ par la moyenne des trois valeurs (5), θ et φ par θ_1 et φ_1, ce qui donne

$$(7)\qquad \begin{cases} +0°,173 = \rho\sin(\theta' - 182°,3), \\ +0°,150 = \rho[-\cot\varphi' + \cot 122°,83\cos(\theta' - 182°,3)]. \end{cases}$$

» J'élimine ρ entre ces deux équations; je trouve

$$(\text{A})\qquad \cot\varphi' = 0,892\sin\theta' + 0,597\cos\theta',$$

ce qui est encore une relation assez sûre; en la combinant avec la formule (6) pour éliminer $\cot\varphi'$, il vient

$$\text{(B)}\qquad \frac{\cos C}{\sin\varphi'} = -0,517\sin\theta' - 1,164\cos\theta'.$$

» L'équation (A) est celle d'un grand cercle sur lequel doit se trouver le pôle de l'équateur de Neptune; on peut la mettre sous la forme

$$\text{(8)}\qquad \cot\varphi' = -\tang i\cos(\theta' - \Omega),$$

et l'on a

$$\Omega = 236^\circ,2, \qquad i = 47^\circ,0.$$

» Quand on considère θ' comme une variable indépendante, et φ' comme une fonction de θ' déterminée par l'équation (A), on trouve que l'expression (B) de $\cos C$ s'annule pour

$$\theta' = 113^\circ,9 \qquad \text{et} \qquad \theta' = 293^\circ,9.$$

» On a $\cos C > 0$, pour $113^\circ,9 < \theta' < 293^\circ,9$.

» III. Cela posé, nous allons chercher à resserrer autant que possible les limites entre lesquelles θ' peut être compris.

» On peut toujours supposer $\cos C > 0$, à la condition d'échanger au besoin les nœuds de l'équateur, car le sens du mouvement de rotation de la planète n'intervient pas ici; ce qui agit, c'est le ménisque équatorial. On voit, d'ailleurs, que les équations (2) et (3) restent les mêmes si l'on change

$$\theta', \varphi' \text{ et } \cos C \text{ en } 180^\circ + \theta',\ 180^\circ - \varphi',\ -\cos C.$$

» Nous pouvons donc supposer $\rho > 0$. Puisque $\frac{d\varphi}{dt}$ est < 0 dans l'intervalle des observations, on doit avoir

$$\sin(\theta' - \theta_0) > 0, \qquad \sin(\theta' - \theta_2) > 0,$$

d'où

$$184^\circ,1 < \theta' < 360^\circ,4.$$

» Mais on a vu plus haut que $\cos C$ est < 0 quand θ' dépasse $293^\circ,9$; il en résulte

$$\text{(9)}\qquad 184^\circ,1 < \theta' < 293^\circ,9.$$

» J'ai fait ensuite une série de calculs numériques, en attribuant à θ' des valeurs équidistantes, comprises entre les limites (9). On voit par la formule (8) que φ' augmente jusqu'à 137° pour diminuer ensuite, et il est

facile de démontrer, à l'aide des formules (A) et (B), que, dans le même intervalle, C croît constamment. J'ai déterminé les valeurs de φ' et de C par les équations (A) et (B), et celles des $\frac{1}{\rho}\frac{d\theta}{dt}$ et $\frac{1}{\rho}\frac{d\varphi}{dt}$ pour les époques t_0, t_1 et t_2 par les formules (2) et (3); j'ai obtenu ainsi le Tableau suivant :

θ'	190°,3	195°,3	200°,3	205°,3	210°,3	215°,3	220°,3
φ'	126,7	129,1	131,0	132,6	134,0	135,1	135,9
C	7,1	12,1	16,4	20,5	24,4	28,2	31,7
$-\frac{1}{\rho_0}\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)_0$	0,174	0,259	0,342	0,423	0,500	0,574	0,643
$-\frac{1}{\rho_1}\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)_1$	0,139	0,225	0,309	0,391	0,470	0,545	0,616
$-\frac{1}{\rho_2}\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)_2$	0,108	0,194	0,279	0,362	0,441	0,518	0,591
$\frac{1}{\rho_0}\left(\frac{d\theta}{dt}\right)_0$	0,055	0,132	0,209	0,284	0,356	0,426	0,494
$\frac{1}{\rho_1}\left(\frac{d\theta}{dt}\right)_1$	0,121	0,195	0,268	0,339	0,407	0,472	0,534
$\frac{1}{\rho_2}\left(\frac{d\theta}{dt}\right)_2$	0,164	0,236	0,306	0,374	0,439	0,501	0,559
$-\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)_m : \left(\frac{d\theta}{dt}\right)_m$	1,23	1,21	1,18	1,18	1,17	1,17	1,17
$\left(\frac{d\theta}{dt}\right)_2 : \left(\frac{d\theta}{dt}\right)_0$	3,0	1,8	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1

$\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)_m$ désigne la moyenne arithmétique des 3 valeurs de $\frac{d\varphi}{dt}$, et de même pour $\left(\frac{d\theta}{dt}\right)_m$.

» D'après les équations (7), les nombres de l'avant-dernière ligne horizontale devraient être égaux à 1,15. Mais il y a plus : d'après les valeurs (5), les nombres de la dernière ligne horizontale devraient être égaux à $\frac{0,145}{0,163} = 0,9$; mais, à cause des erreurs des observations, on peut admettre 1,0 ou même 1,1. Les valeurs $\theta' = 230°,3$ et $250°,3$ donnent 1,16 et 1,16; 1,07 et 1,00. Il me semble que l'on peut admettre dans ces conditions que l'on a

$$\theta' > 220°,3,$$

et, dès lors, les valeurs comprises entre les limites

$$220° < \theta' < 293°$$

représentent également bien les observations, ou du moins les données (5). On a ensuite

$$122° < \varphi' < 137°;$$

de sorte que la valeur de φ' est assez bien déterminée; enfin,

$$32° < C < 88°.$$

» IV. Il reste à voir comment varie l'aplatissement quand on attribue à θ' des valeurs comprises entre les limites ci-dessus : on a, d'après les formules (3) et (4),

$$\varepsilon - \frac{1}{2}\varkappa = -\frac{a^2}{b^2}\frac{1}{n}\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)_1 \frac{1}{u},$$

en faisant

$$u = \cos C \sin\varphi' \sin(\theta' - \theta_1);$$

on a d'ailleurs

$$\frac{a}{b} = 14{,}54, \qquad \log n = 4{,}34974, \qquad \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)_1 = -0{,}173,$$

et il vient

$$\varepsilon - \tfrac{1}{2}\varkappa = (\bar{3}{,}2134)\,\frac{1}{u}. \tag{10}$$

» On est ramené à étudier les variations de u. On trouve, en ayant égard aux formules (A) et (B),

$$u = \frac{(1{,}000 \sin\theta' - 0{,}040 \cos\theta')(0{,}517 \sin\theta' + 1{,}164 \cos\theta')}{1 + (0{,}892 \sin\theta' + 0{,}597 \cos\theta')^2},$$

d'où

$$u = \frac{0{,}517 z^2 + 1{,}143 z - 0{,}047}{1{,}796 z^2 + 1{,}065 z + 1{,}356}, \qquad z = \operatorname{tang}\theta'.$$

$\frac{du}{dz}$ s'annule pour deux valeurs de z qui donnent

$$\theta' = 59°{,}2; \qquad \theta' = 147°{,}6; \qquad \theta' = 239°{,}2; \qquad \theta' = 327°{,}6.$$

» La troisième de ces valeurs convient seule, et la valeur correspondante de $\varepsilon - \frac{1}{2}\varkappa$ est $\frac{1}{245}$; θ' variant de 220° à 239°,2, $\varepsilon - \frac{1}{2}\varkappa$ diminue de $\frac{1}{240}$ à $\frac{1}{245}$, pour augmenter ensuite jusqu'à $\frac{1}{33}$ pour $\theta' = 290°$. Le petit Tableau

suivant donne une idée de la variation :

(C)

θ'.	$\frac{1}{\varepsilon-\frac{1}{2}\varkappa}$.	$\frac{1}{\varepsilon_0}$.	$\frac{1}{\varepsilon_1}$.	T.	C.	φ'.
230°....	245	147	73	18h,7	39°	137°
250....	242	145	72	18,6	52	136
270....	182	109	55	16,2	66	132
275....	147	88	44	14,5	72	130
280....	114	68	34	12,8	76	128
285....	76	46	23	10,5	81	126
290....	33	20	10	6,9	86	124

» Ayant les valeurs de $\varepsilon - \frac{1}{2}\varkappa$, il s'agit d'en conclure l'aplatissement; mais ici intervient la loi inconnue de variation de densité à l'intérieur de Neptune. Si cette planète était homogène, on aurait

$$\varepsilon_0 = \tfrac{5}{4}\varkappa, \qquad \varepsilon_0 = \tfrac{5}{3}(\varepsilon_0 - \tfrac{1}{2}\varkappa);$$

c'est ainsi qu'on a trouvé les nombres ε_0 du Tableau précédent. Dans le cas presque certain de l'hétérogénéité, le mieux à faire est peut-être de voir ce qui arrive pour Jupiter et Saturne; pour ces planètes, le rapport $\frac{\varepsilon - \frac{1}{2}\varkappa}{\varepsilon}$ a pour valeurs 0,27 et 0,28. En admettant 0,3 pour Neptune, on trouve $\varepsilon_1 = 2\varepsilon_0$; on a inscrit les valeurs de ε_1 dans le Tableau (C).

Soient T la durée de la rotation de Neptune, D sa densité moyenne, T_1 et D_1 les quantités analogues pour la Terre et $\varkappa_1$ le nombre analogue à $\varkappa$. On a, comme on sait,

$$T = T_1\sqrt{\frac{D_1}{D}\frac{\varkappa_1}{\varkappa}};$$

or,

$$\frac{D_1}{D} = 0,300, \qquad \varkappa_1 = \tfrac{1}{288}, \qquad \frac{\varepsilon_1 - \frac{1}{2}\varkappa}{\varepsilon_1} = 0,3, \qquad \varkappa = 1,4\,\varepsilon_1.$$

Il en résulte

$$T = \frac{24^h}{\sqrt{120\,\varepsilon_1}}.$$

C'est avec cette formule que l'on a calculé les valeurs ci-dessus de T.

» On voit que les petits aplatissements correspondent à des valeurs modérées de C, mais à des durées de rotation assez grandes. Pour avoir des durées de rotation comparables à celles de Jupiter et de Saturne, il faudrait aussi des aplatissements du même ordre, c'est-à-dire forts, et des valeurs de C au moins égales à 80°. »

CHIMIE. — *Le principe du travail maximum et l'entropie;* par M. **Berthelot.**

I. — L'action chimique et le dégagement de chaleur.

« On a remarqué de tout temps que l'action chimique est le plus souvent accompagnée par un dégagement de chaleur. Mais les premiers qui aient cherché à généraliser cet énoncé ont été arrêtés par des contradictions, telles que les déplacements d'acides opérés dans les dissolutions avec absorption de chaleur (acide sulfurique déplacé par l'acide chlorhydrique dans les sels, par exemple); les précipitations accompagnées du même phénomène (sulfate de soude et chlorure de strontium en solutions étendues, au-dessus de 20°; carbonate de soude et chlorure de calcium, etc.); enfin et surtout la décomposition par une élévation de température des combinaisons, décomposition accomplie, tantôt avec absorption de chaleur, tantôt avec dégagement de chaleur. Hess, Favre et Silbermann, Andrews, pour ne pas remonter plus haut, ont agité la question, sans réussir à la résoudre et sans même essayer de trouver une méthode de calcul ou de raisonnement qui lui fût applicable. M. Thomsen, dans les travaux qu'il a publiés en 1853, a cherché à approfondir le problème, mais sans proposer davantage aucune solution précise de la difficulté relative aux absorptions de chaleur que l'on observe dans un grand nombre de phénomènes : c'est ainsi qu'il a tâché d'expliquer les déplacements réciproques des acides par un prétendu coefficient spécifique d'*avidité,* qui déterminerait tantôt un dégagement de chaleur, tantôt une absorption, représentés par le mot équivoque de *tonalité thermique;* c'est-à-dire que le signe du phénomène serait indifférent à l'existence même d'une réaction purement chimique. Quant à la distinction fondamentale entre le mécanisme de formation des combinaisons produites avec dégagement de chaleur, et le mécanisme des combinaisons produites avec absorption de chaleur, elle n'a pas été abordée par les auteurs précédents et les mots mêmes *endothermiques* et *exothermiques,* qui la définissent, ont été créés plus tard et dans le cours de mes recherches.

» Ce qui caractérise ces dernières, c'est une tentative pour ramener la prévision et l'explication des réactions chimiques à certaines notions générales thermochimiques. Je me suis efforcé d'y parvenir par une analyse exacte et inconnue jusque-là des conditions des réactions, analyse dont j'ai déduit une méthode de calcul précise, ayant pour objet de séparer les

quantités de chaleur d'origine purement chimique, des quantités de chaleur étrangères à l'action chimique proprement dite, telles que :

» Celles qui répondent aux travaux mécaniques extérieurs;

» Celles qui répondent aux changements d'états purement physiques : fusion et volatilisation;

» Celles qui sont mises en jeu par l'intervention additionnelle, physico-chimique, de l'eau et des dissolvants, intermédiaires passés sous silence dans les écritures ordinaires des réactions;

» Enfin, les quantités de chaleur absorbées dans les décompositions chimiques réversibles, c'est-à-dire dans les dissociations.

» Toutes ces quantités sont susceptibles d'être mesurées par des expériences spéciales. On les retranche de la chaleur brute, dégagée dans la transformation, et il reste, selon moi, la chaleur chimique proprement dite, dont la grandeur relative détermine les phénomènes, toutes les fois que l'on se trouve en dehors des limites de dissociation.

» Bref, je distingue les phénomènes attribuables aux énergies internes du système, lesquelles jouent le rôle principal, toutes les fois qu'il n'existe aucun composé dissocié; et les énergies extérieures d'ordre calorifique, qui interviennent d'une façon incontestable et à température constante, de façon à fournir la chaleur absorbée dans la dissociation. En dehors de ce dernier état, je ne fais jouer aux énergies calorifiques aucun rôle, je le répète, dans un système maintenu à température constante : c'est là un point qui a été parfois mal compris.

» Pour traiter la question chimique dans toute son étendue, j'ai déterminé, d'autre part, les lois générales qui règlent les équilibres dans les systèmes homogènes, par mes recherches sur l'éthérification (1862), qui ont servi de point de départ aux travaux ultérieurs sur les équilibres; j'ai distingué les équilibres dans les systèmes homogènes et dans les systèmes hétérogènes et j'ai montré (1872) comment ces derniers étaient régis par une loi générale, qui fait tout dépendre des actions exercées à la surface de séparation et non des masses relatives des corps mis en présence, loi applicable à une multitude de phénomènes physiques et chimiques [1].

» Telle est l'analyse, fondée sur des données rigoureuses et toutes déterminables par expérience, — analyse que personne n'avait encore abordée, — par laquelle j'ai essayé d'établir le principe expérimental du travail

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXVI, p. 408. — *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 96.

maximum. Sa fécondité a été prouvée par la découverte d'une multitude de faits nouveaux, révélés dans l'étude approfondie des réactions réputées les plus simples. Il a fixé certaines conditions de possibilité de formation directe des combinaisons, envisagées isolément et à température constante. J'en ai fourni une multitude de vérifications *a posteriori*, et je maintiens qu'il est conforme aux faits observés au voisinage des températures mises en jeu dans la plupart des expériences chimiques; je veux dire dans le même ordre d'approximation que les lois desphysiciens, telles que celles de la compressibilité uniforme des gaz, ou de leur dilatabilité.

» Les idées que j'ai soulevées ayant été aujourd'hui mises à l'épreuve par de longues études, le moment me paraît venu d'entrer dans des explications, justifiées par les données nouvelles introduites successivement dans la discussion. Les objections adressées à ma manière de voir ont été faites : les unes *a priori*, au nom du principe thermodynamique de l'entropie, et en vertu de raisonnements qui n'ont rien de contradictoire, en réalité, avec le principe expérimental du travail maximum, tel que je l'ai constamment appliqué : je le montrerai tout à l'heure;

» Les autres *a posteriori*, en invoquant des faits, soit mal connus, soit mal compris, ou mal analysés, c'est-à-dire en négligeant de tenir compte de la totalité des composés réels intervenant, ou de leur état physique, à la température et dans les conditions réelles de la réaction; ou bien encore de leur état de combinaison ou de dissociation; ou bien enfin de leur union chimique avec l'eau, qui joue le rôle de dissolvant dans les réactions opérées par voie humide; c'est-à-dire sans observer les règles précises de calcul que j'avais formulées par de nombreuses applications.

II. — Le principe du travail maximum.

» Envisageons les combinaisons chimiques à partir de certains éléments A, B, C, D, E, ... pris comme état initial, et constituant différents systèmes finaux de composés, tels que AD + CDE + ..., AC + BDE + ... Supposons ces corps, tant simples que composés, privés de chaleur, ce qui répond à la notion théorique du zéro absolu. En passant des éléments libres à l'un quelconque des systèmes finaux signalés plus haut, il y a perte ou gain d'une certaine énergie, représentable par un travail, ou, ce qui est équivalent, par une quantité de chaleur Q. Pour d'autres systèmes finaux, on aura Q', Q'', ...

» Observons d'abord que les corps envisagés comme privés de chaleur

ne sauraient affecter qu'un seul état physique, l'état solide. Ceci étant admis, les quantités Q, Q', Q'' sont bien définies *a priori* (si l'on suppose l'absence de tout travail extérieur au système), et on conçoit qu'elles puissent être calculées *a posteriori* avec une approximation suffisante, d'après les expériences faites à la température ordinaire et d'après la mesure de la chaleur mise en jeu par les changements d'états physiques des corps, jointe à celle de leurs chaleurs spécifiques.

» Ajoutons que, suivant les faits connus des physiciens, on est autorisé à admettre que les chaleurs spécifiques des corps solides, à basse température, sont sensiblement constantes, ce qui facilite les calculs. Il y a plus : si nous rapportons les chaleurs spécifiques aux poids moléculaires, nous savons, d'après une loi à l'étude de laquelle Kopp a consacré bien des travaux, que la chaleur spécifique d'un composé pris dans l'état solide est sensiblement égale à la somme des chaleurs spécifiques de ses éléments solides. D'après ces conditions, et dans les limites des vérifications expérimentales, la chaleur dégagée par la combinaison des éléments et rapportée à l'état solide peut être regardée comme sensiblement indépendante de la température. Aussi ai-je pris cette quantité de chaleur comme base fondamentale des comparaisons en Thermochimie : c'est sur elle que reposent la plupart des vérifications du principe du travail maximum. Un tel mode de comparaison exclut — je dois le répéter — la chaleur mise en jeu par les changements d'état physique. Si donc nous envisageons plusieurs systèmes différents de combinaisons solides, engendrées par la combinaison des mêmes éléments, soient Q, Q', Q'', ... les quantités de chaleur dégagées par la formation de chacun de ces systèmes respectifs, le principe de travail maximum signifie que le système définitif vers lequel tendra la combinaison des éléments sera celui pour lequel Q est le plus grand possible : $Q > Q' > Q''$....

» Or cette évaluation est facile à faire, dans la plupart des cas, en Chimie minérale, et elle est du plus grand secours pour la prévision des phénomènes, ainsi que le montre l'étude expérimentale des substitutions simples entre le fluor, le chlore, le brome, l'iode et même l'oxygène, qui nous a fourni les faits les plus imprévus et les plus caractéristiques; celle des substitutions métalliques; l'étude de la formation des sels solides au moyen de leurs composants solides, acides et bases en particulier; l'étude des déplacements réciproques entre les acides, entre les bases, et celle des doubles décompositions; toutes ces réactions étant constamment rapportées à l'état solide. Il y a, dans l'ensemble de ces groupes de réactions, conformité générale entre les faits observés et les prévisions du calcul.

III. — L'ENTROPIE.

» Passons maintenant à la notion de l'entropie, qui conduit à celle d'une certaine quantité de chaleur réputée non transformable en travail dans les changements mécaniques et physico-chimiques. D'après les principes de la Thermodynamique, lorsqu'un système passe d'un état (a) à un état (b), à température constante, la chaleur K dégagée par ce changement, rapporté à l'état actuel des corps, est toujours supérieure au produit de la température absolue, T, par la perte d'entropie ($S_a - S_b$) :

$$K > T(S_a - S_b).$$

La quantité $K - T(S_a - S_b)$ constitue l'énergie transformable en travail. Si $T(S_a - S_b)$ est négligeable, ou suffisamment petit, en raison de la petitesse de $S_a - S_b$, ou de celle de T, il reste $K > 0$: ce qui se rapproche de l'énoncé primitif du principe du travail maximum. Dans le nouvel énoncé ce principe se retrouve exact, et avec une évaluation du travail analogue; en effet, au lieu de défalquer de la chaleur totale les chaleurs latentes de fusion, de volatilisation, de dissociation, comme j'avais proposé de le faire, on en défalque la chaleur non transformable en travail mécanique, quantité dont les chaleurs latentes forment une grande partie. Bref ce que j'ai appelé la *chaleur chimique* correspond ici sensiblement à la chaleur transformable en travail. En réalité, cet énoncé modifié est plus général, quant à l'état des corps envisagés, puisqu'il embrasse à la fois les corps sous leurs différents états physiques et comprend également les cas d'équilibre ou de dissociation et les cas de non équilibre. Mais il est au contraire plus limité, quant à l'ordre des réactions auxquelles il s'applique, et plus obscur dans ses prévisions. Il est plus général, je le répète, n'étant pas assujetti aux mêmes conditions d'état solide et d'absence de dissociation que dans l'analyse sur laquelle repose l'ancien énoncé; mais il est plus limité quant à l'ordre des réactions, attendu que la démonstration du théorème précédent n'a de sens physique que si le système possède une entropie calculable, ou s'il existe quelque moyen pour faire passer le système en sens inverse de l'état (b) à l'état (a), par voie réversible : tels sont, en effet, les changements d'états inverses, produits par échauffement ou refroidissement; par exemple, la fusion, la volatilisation, la dissociation. Au contraire, pour les changements chimiques non compris dans l'indication précédente, le théorème de l'entropie n'est plus démontrable : ce que les personnes qui se livrent à des calculs de physique mathématique ont souvent oublié.

» Ceci mérite d'être développé, car c'est un des points fondamentaux de la question, et il est nécessaire d'entrer dans des détails, la variété indéfinie des phénomènes chimiques et la discontinuité, qui en est l'essence, ne permettant pas de les forcer à rentrer tous, bon gré mal gré, dans les cadres absolus d'une formule mathématique. Je citerai, par exemple, l'énoncé suivant : « Si un composé est formé avec absorption de chaleur, plus » la température sera élevée, plus sera grande la masse du composé ». Disons d'abord que cet énoncé, pour être correct, exigerait l'addition des mots « au moment de l'équilibre » ; c'est-à-dire que l'énoncé suppose qu'il y a à chaque instant réversibilité entre la formation et la décomposition des combinaisons endothermiques.

» Or, en fait — je veux dire en s'en tenant aux résultats expérimentaux — cette réversibilité existe seulement pour les combinaisons exothermiques, et à partir d'une certaine température : c'est ce que l'on appelle la dissociation. Ce phénomène a même été généralisé d'une façon trop absolue, car on connaît beaucoup de combinaisons accomplies en théorie avec dégagement de chaleur et décomposables en fait avec absorption de chaleur, sans être susceptibles de dissociation réversible. Le gaz ammoniac, par exemple, en tant que formé d'azote et d'hydrogène ; de même la combinaison de l'iode et de l'oxygène libre pour former l'acide iodique, lequel ne se produit pas directement et se décompose entièrement, sans donner lieu à des phénomènes de dissociation ; de même encore la combinaison de l'oxygène libre avec l'acide arsénieux pur, pour former l'acide arsénique, etc. Je cite ici des exemples étudiés en détail et expérimentalement.

» La réversibilité est surtout inconnue dans l'étude des combinaisons endothermiques formées avec une absorption de chaleur considérable ([1]), telles que le gaz hypochloreux, le bioxyde d'azote, l'ozone ([2]), l'eau oxy-

---

([1]) Je ne parle pas des composés limites, tels que le gaz iodhydrique, dont le caractère endothermique n'est pas bien prouvé ; car il repose sur un calcul déduit de déterminations anciennes, exécutées avec le calorimètre à mercure, et sur des chaleurs spécifiques, dont la mesure physique devrait être reprise. En employant les données très probables que j'indique à la fin de cette Note, on aurait, en effet

$$\text{H gaz} + \text{I gaz} = \text{HI gaz} : + 0^{\text{Cal}},35,$$

vers la température ordinaire : au lieu de $-0,8$.

([2]) Les éléments polymérisés étant assimilés à de véritables combinaisons, conformément à la théorie des corps polymères, que j'ai exposée dans une Leçon faite devant la Société Chimique de Paris en 1863 et publiée dans ses Recueils.

génée, etc. En fait, pour les combinaisons que je viens de nommer, et tant qu'elles demeurent endothermiques, personne n'a jamais constaté qu'il existât, à aucune température, une tension finie de dissociation entre le composé et ses éléments. Au contraire, les expériences exécutées avec précision numérique ont prouvé que l'ozone, l'acide hypochloreux, l'eau oxygénée ne possèdent, dans aucune condition connue, une tension proprement dite de dissociation. Quand on les maintient à une température constante, ils se détruisent à la longue jusqu'à la dernière trace; et leur destruction a lieu avec une vitesse qui croît sans cesse, à mesure que la température est plus élevée, et qui ne tarde pas à devenir explosive : j'ai publié de nombreuses déterminations qui mettent ces points hors de doute. La notion de réversibilité ne paraît donc point applicable à de tels composés; du moins, je répète, *tant qu'ils demeurent endothermiques*. Dès lors, le théorème précédent, irréprochable peut-être au point de vue d'un calcul purement mathématique, ne saurait être regardé, au point de vue expérimental, que comme une pure spéculation.

» Il convient d'ajouter que cela ne veut pas dire qu'une combinaison endothermique, incapable de se former par l'union directe de ses éléments à la température ordinaire, ne puisse se former directement et donner lieu à des phénomènes d'équilibre à une température plus élevée; mais c'est à une condition fondamentale, celle de rentrer à ce moment dans la règle; une semblable combinaison étant dans certains cas susceptible de devenir exothermique, et cela à la température où elle prend naissance réellement. La chose peut arriver notamment à cause des changements isomériques subis à cette température par les éléments, ou par leurs composés. Il ne s'agit pas ici d'hypothèses, car j'ai fourni bien des exemples de ces changements de signe thermique des réactions dans mon *Essai de Mécanique chimique*.

» Ainsi s'explique, par exemple, la synthèse directe de l'acétylène, composé si fortement endothermique à la température ordinaire et à partir du carbone solide et polymérisé. Mais vers 4000°, température de sa synthèse effective, l'échauffement du carbone solide, envisagé isolément, le transforme d'abord en gaz, constatable par diverses épreuves, et accroît ainsi considérablement l'énergie de cet élément; puis le gaz carboné se combine à l'hydrogène, avec un dégagement de chaleur qu'on peut même évaluer approximativement à $+ 26^{Cal}$. De même le sulfure de carbone est endothermique à la température ordinaire, si on le suppose formé à partir du soufre solide et polymérisé. Mais le soufre envisagé isolément gagne

de l'énergie, sous l'influence de l'échauffement, lorsqu'il passe de l'état solide à l'état gazeux, d'abord tricondensé, puis à l'état de gaz monocondensé, dernier état qu'il possède à la température réelle de la synthèse du sulfure de carbone, telle que 800°; les faits connus indiquent que cette énergie deviendrait alors suffisante pour rendre exothermique la combinaison du soufre et du carbone. Le sulfure de carbone et l'acétylène, aux températures où ils constituent des composés exothermiques, sont dès lors susceptibles de dissociation. Dans les conditions de leur synthèse directe, la chaleur totale, mise en jeu depuis les éléments solides, résulte en définitive de la superposition de deux quantités, savoir : la chaleur des changements d'état de l'élément solide, changements produits par les énergies calorifiques, et la chaleur de combinaison des éléments gazeux, due à l'action chimique proprement dite. Ce sont là, d'ailleurs, des faits d'expérience, et leur calcul, soit d'après les règles de l'entropie, soit d'après celles du principe du travail maximum, repose au fond sur des évaluations analogues : ils ne sont pas plus en opposition avec les unes qu'avec les autres.

» Je ne discuterai pas ici les effets produits dans un système dont les différents points sont à des températures inégales; me bornant à observer que, dans de tels effets, il n'y a rien qui ressemble à un équilibre permanent, et subsistant à température constante.

» En résumé, les faits connus n'autorisent pas à envisager les combinaisons endothermiques, en général et tant qu'elles conservent ce caractère, comme susceptibles d'équilibres réversibles.

» Ces réserves faites, il convient d'insister encore sur une circonstance capitale, à savoir que l'entropie ne saurait être définie rigoureusement, en l'état actuel de nos connaissances, autrement que dans un sens purement mathématique. Je ne sais quelles découvertes nous réserve l'avenir; mais jusqu'à ce jour, et au sens physico-chimique, comme il arrive souvent lorsqu'on passe des définitions thermodynamiques pures aux mécanismes réels des phénomènes physiques, l'entropie est une notion obscure et une quantité inconnue, inaccessible à l'expérience dans le plus grand nombre des cas, et dont la définition jette bien peu de lumière sur la prévision ou l'interprétation de la plupart des phénomènes chimiques.

» La question qui se pose maintenant est de savoir si la quantité de chaleur mise en jeu dans les phénomènes chimiques ne doit pas être partagée en deux portions : l'une, comprenant les variations d'énergie dans un système privé de chaleur; l'autre, celles qui sont dues à l'acte de l'échauffement; l'entropie s'appliquant essentiellement à ces dernières : c'est sur ce point que vont rouler les explications qui suivent.

IV. — Comparaison entre les conséquences du principe du travail maximum et celles de l'entropie.

» Pour comparer les prévisions qui résultent du principe de l'entropie avec celles du principe du travail maximum, cherchons d'abord à évaluer l'entropie vers le terme où les corps ne contiendraient plus de chaleur, comme nous l'avons fait pour le travail maximum. A cette limite, il y a dépense d'énergie lorsqu'on passe des éléments à leur combinaison, cette dépense étant mesurée par la quantité de travail, évaluable en unités calorifiques, que nous avons désignée par Q. Quelle est alors l'entropie des éléments? Quelle est l'entropie de leurs combinaisons? Quelle est enfin la variation survenue lorsqu'on passe des éléments à leurs combinaisons?

» Je ne crois pas que les théories thermodynamiques actuelles permettent de répondre avec rigueur à aucune de ces trois questions. En effet, l'entropie étant représentée par $\int \frac{dQ}{T}$, on a $dQ = c\,dT$ en général, c étant la chaleur spécifique, qui est elle-même fonction de T. Mais à basse température et pour les corps solides, on peut admettre, d'après les données connues des physiciens, $c =$ const. Dès lors, au voisinage du zéro absolu, l'entropie tendrait vers la valeur $-\infty$; ce qui montre que les raisonnements à l'aide desquels on évalue cette fonction perdent vers cette limite toute signification physique ou chimique.

» Prenons maintenant les corps à une température réelle T, pour laquelle les chaleurs spécifiques des éléments solides et de leurs composés, également solides, satisfassent aux relations expérimentales de constance et d'égalité signalées plus haut; ceci étant admis, la différence entre l'entropie des éléments et celle des composés sera, à cette température,

$$S_a - S_b + (c + c_1 + c_2 + \ldots)\int \frac{dT}{T} - (c' + c'_1 + \ldots)\int \frac{dT}{T},$$

$S_a - S_b$ étant la différence au zéro absolu.

» Mais la somme $c + c_1 + c_2 \ldots$ relative aux éléments solides est, avons-nous dit, la même que la somme $c' + c'_1 - \ldots$ relative à leurs composés également solides. Dès lors, la différence des entropies à T sera la même qu'au zéro absolu. Pour déterminer l'énergie utilisable, il est nécessaire de faire une hypothèse. La plus vraisemblable paraît être de supposer le produit $T(S_a - S_b)$ nul au zéro absolu. D'après cette hypothèse, la chaleur totale de réaction serait entièrement transformable en travail, et donnerait la mesure de l'énergie chimique, dans les systèmes privés de chaleur.

Cette énergie chimique demeurerait intégralement disponible pour les corps solides, non seulement au zéro absolu, mais à toute température : nous sommes ainsi ramenés au principe du travail maximum, pour la comparaison des différents systèmes de combinaisons résultant de l'union des éléments, toujours dans l'état solide, mais à la température T.

» Ainsi, dans ces limites relatives à l'état solide, les deux fonctions de l'énergie envisagées, travail maximum ou entropie, conduiraient aux mêmes conséquences.

» On arriverait à la même conclusion, si l'on comparait la chaleur de combinaison sans condensation des gaz supposés parfaits et envisagés, par hypothèse, depuis le zéro absolu, ces gaz réagissant indépendamment de tout travail mécanique extérieur. Il suffirait d'admettre, comme on l'a reconnu dans une première approximation, que la chaleur spécifique des gaz composés sans changement de volume est égale à la somme de celles de leurs éléments. Ceci posé, on arriverait aux mêmes conclusions que pour l'état solide; bien entendu, en définissant de même la variation d'entropie au zéro absolu. J'avais signalé depuis longtemps la constance de la chaleur de formation des composés gazeux formés sans condensation : M. Gibbs a reproduit ce théorème.

» Il s'agit maintenant d'envisager les changements d'états successifs que les corps de nos systèmes pourront éprouver, si on les soumet à l'influence d'une température croissante. Partons donc de l'état solide. A mesure que l'on élève davantage la température, l'égalité

$$\Sigma c = \Sigma c'$$

se vérifie de moins en moins exactement. Néanmoins, dans l'état solide, la différence entre ces deux quantités demeure généralement faible; c'est-à-dire que la différence d'énergie utilisable entre le système initial et le système final demeure sensiblement nulle, étant accrue ou diminuée seulement d'une quantité minime. En d'autres termes, la quantité Q demeure presque en totalité disponible pour la transformation chimique; il en est ainsi, tant que la température n'est pas trop élevée, ou qu'il ne survient ni changement d'état physique, ni dissociation dans le système.

» Cependant la chaleur dégagée par la transformation de l'un des systèmes envisagés dans un autre système, c'est-à-dire $Q - Q'$, si l'on fait intervenir des températures croissantes, finira par se compliquer, en raison des changements d'états, fusion, volatilisation de chacun de ses composants; et même si l'intervalle de température est très considé-

rable, en raison de l'inégalité des chaleurs spécifiques; chacune de ces circonstances donnant lieu à des absorptions de chaleur propres et susceptibles de changer le signe de la différence Q — Q'. Dans ces conditions, la variation de la chaleur non utilisable prend également des valeurs très différentes; toute fusion qui absorbe une quantité de chaleur F_1, à la température T_1 donnant lieu à une variation d'entropie $\frac{F_1}{T_1}$; de même, toute volatilisation qui absorbe W_1 à T'_1 donnant lieu à une variation d'entropie $\frac{W_1}{T'_1}$. Enfin les deux sommes $\int \frac{c\,dT}{T} - \int \frac{c'\,dT}{T}$ peuvent devenir fort inégales, du moment où c n'est plus envisagé comme une constante, mais comme une fonction de la température : cette fonction est représentable d'ailleurs, comme on le sait par les expériences des physiciens, à l'aide d'une formule telle que

$$a + bt + ct^2 + \ldots,$$

formule intégrable et qui se réduit souvent à ses deux premiers termes. Pour les cas de ce genre, il n'est plus possible d'appliquer avec certitude le principe expérimental du travail maximum; mais on peut s'en servir encore comme d'un mode de calcul fournissant des données probables, dans un grand nombre de circonstances où les chaleurs spécifiques totales des systèmes comparés demeurent voisines et où les changements d'états sont compensés en nombre et le sont aussi approximativement par leurs valeurs calorimétriques : dans ces conditions on conçoit que le signe de la différence Q — Q' ne saurait être influencé que faiblement par la valeur complémentaire, déduite des variations d'entropies.

» C'est ce que vérifient, en effet, une multitude de comparaisons expérimentales, tirées des phénomènes de substitution entre les métalloïdes unis aux métaux, de substitution entre les métaux formant des composés salins, de substitution entre les acides, entre les bases, enfin de double décomposition.

» Soient, par exemple, les couples de réactions des éléments halogènes sur les sels haloïdes, telles que

(1) $Cl + MBr$ et $Br + MCl$;

(2) $Cl + MI$ et $I + MCl$;

(3) $Br + MI$ et $I + MBr$.

» Ces réactions peuvent être rapportées soit à l'état gazeux des élé-

ments halogènes, soit à leur état solide; les sels ayant dans tous les cas l'état solide. Pour l'état gazeux des divers éléments halogènes, si les deux gaz antagonistes sont à la même pression et à la même température, ils ont le même volume et la variation d'entropie peut être regardée comme négligeable : dès lors, la réaction sera déterminée par la différence Q — Q', évaluée à la température actuelle, soit pour

(1) $105700 - 99300 = 6400,$

(2) $105700 - 87000 = 18700,$

(3) $99300 - 87000 = 12300.$

» La prévision des résultats se déduit donc des mêmes données, en tenant compte de l'entropie, qu'avec le principe du travail maximum.

» Faisons maintenant un autre calcul, celui qui part de l'état solide des éléments au zéro absolu et qui envisage les effets successifs de l'échauffement sur chacun d'eux.

» Calculons donc, pour chacun de ces systèmes, la chaleur de formation, au moyen de ses composants solides, et faisons ce calcul à deux températures inégales, telles que le zéro absolu et 473° (c'est-à-dire 200° centigrades), température à laquelle les changements d'état sont compensés, les trois éléments halogènes étant devenus gazeux.

» Nous possédons toutes les données nécessaires pour les sels haloïdes, en admettant que la chaleur spécifique du composé solide est égale à la somme de celles des composants solides, les unes et les autres étant indépendantes de la température entre les limites envisagées; hypothèse qui est vraie approximativement, et qui le demeure à un degré suffisamment exact dans le cas fort probable (d'après les analogies connues), où les faibles variations des chaleurs spécifiques seraient proportionnelles pour les trois sels haloïdes formés par un même métal.

» Quant aux éléments eux-mêmes, on connaît les chaleurs spécifiques atomiques du brome dans ses trois états : solide (6,7 pour Br); liquide (9,0); et gazeux (4,4 à p. c.), d'après les expériences de Regnault; ainsi que les chaleurs de fusion à —7° C. (Regnault, 1300^cal) et de volatilisation à + 58° C. (3500^cal d'après mes expériences). Les chaleurs spécifiques atomiques de l'iode dans les états solide (6,8) et liquide (13,7?), ainsi que les chaleurs de fusion à 113° C. (1500^cal), et de volatilisation à 176° C. (3000^cal?), ont été données par les expériences de Favre et Silbermann [1]; enfin la chaleur spécifique atomique du chlore gazeux (4,3 à p. c., d'après Regnault), et ses points de fusion (— 75° C.) et d'ébullition (— 33° C.). Nous admettrons en outre que la cha-

---

[1] Ces expériences, exécutées avec le calorimètre à mercure, doivent être regardées seulement comme approximatives. Aussi ai-je cru devoir rectifier la chaleur spécifique liquide et la chaleur de volatilisation.

leur spécifique atomique de l'iode gazeux est la même que celle du brome et du chlore sous le même état; la chaleur spécifique atomique du chlore solide, la même que celle du brome et de l'iode sous le même état; la chaleur spécifique atomique du chlore liquide et celle de l'iode liquide, les mêmes que celles du brome; la chaleur de fusion du chlore la même que celles du brome et de l'iode, qui sont d'ailleurs à peu près les mêmes, ainsi qu'il arrive en général pour les éléments et composés similaires. Enfin nous admettrons la proportionnalité approchée entre les chaleurs de volatilisation et les températures absolues, comme il paraît résulter des travaux les plus modernes [1]; ce qui donne, en prenant comme point de départ celle du brome, les valeurs suivantes : pour le chlore 2600; pour le brome 3500; pour l'iode 4800.

» On voit par ces détails combien est grand le nombre des données physiques et chimiques nécessaires pour rendre possible l'exécution d'un calcul exact de l'entropie : peut-être même serait-il difficile de trouver un exemple général, autre que celui que j'envisage, qui se prête à un calcul complet. Afin de préciser davantage, rapportons les calculs aux trois sels de potassium solides.

$K + I$ solide $= KI$	solide dégage........	$+ 80,000^{cal}$	
$K + Br$ solide $= KBr$ solide	»	$+ 94,200$	
$K + Cl$ solide $= KCl$ solide	»	$+ 102,500$	environ

» En passant du zéro absolu à 473° absolu (200° C.), Cl absorbe

$$198 \times 6,7 + 1300 + 42 \times 9 + 2600 + 233 \times 4,3 = 6607 \text{ calories.}$$

Br absorbe

$$266 \times 6,7 + 1300 + 65 \times 9 + 3500 + 142 \times 4,4 = 7792 \text{ calories.}$$

I absorbe

$$386 \times 6,8 + 1500 + 63 \times 13,7 + 4806 + 24 \times 4,4 = 9894 \text{ calories.}$$

» Il résulte de ces données, pour la chaleur dégagée par la formation, depuis les éléments, des trois couples de systèmes suivants :

	Au zéro absolu.	Différence.	A + 200° C.
Br + KCl........	102500	8300	8300 — 1185
Cl + KBr........	94200		
I + KCl........	102500	22500	22500 — 3287
Cl + KI.........	80000		
I + KBr........	94200	14200	14200 — 2102
Br + KI.........	80000		

(1) Cette relation ferait disparaître leurs différences dans le calcul de l'entropie. Il existe un certain nombre de relations analogues entre les chaleurs spécifiques et les autres données thermiques, relatives aux corps similaires en Chimie, relations qui ont le même effet compensateur.

» Le calcul de la variation d'entropie de chaque couple, pris successivement au zéro absolu et à 473°, est plus compliqué, quoique facile à établir par des formules connues. On a, en effet, pour le chlore qui fond à 198° et bout à 240°, le calcul étant établi pour 473° (c'est-à-dire 200° C.),

$$6.7 \times \log \text{nép}\, 198 + \tfrac{1300}{198} + 9(\log \text{nép}\, 240 - \log \text{nép}\, 198) + \tfrac{2600}{240} + 4,3(\log \text{nép}\, 473 - \log \text{nép}\, 240) = 26,8.$$

De même pour le brome : 25,5; pour l'iode : 22,2. Nous admettrons toujours que la variation d'entropie est la même pour les trois sels solides : KCl, KBr, KI.

» Ceci posé, lorsqu'on passe à 473° du système Cl + KBr au système Br + KCl, la chaleur correspondante à la variation d'entropie entre le zéro absolu et 473° sera représentée par la différence $(26,8 - 25,5 = 1,3) \times 473 = 615^{\text{cal}}$ (au lieu de 1185).

» Lorsqu'on passe du système Cl + KI au système I + KCl, la variation de chaleur correspondante sera représentée par $(26,8 - 22,2 = 6,6) \times 473 = 3122^{\text{cal}}$ (au lieu de 3287).

» Enfin lorsqu'on passe du système Br + KI au système I + KBr, la variation de chaleur correspondante sera représentée par $(25,5 - 22,2 = 3,3) \times 473 = 1561^{\text{cal}}$ (au lieu de 2102).

» On voit que, dans tous les cas, la chaleur correspondante à la variation de l'entropie, lorsqu'on passe d'un système à l'autre, quantité qu'il faut déduire de la chaleur de réaction pour obtenir la chaleur transformable en travail, est de l'ordre de grandeur de celle qu'il faut retrancher de la réaction rapportée à l'état solide : l'écart ne dépasse guère la moitié d'une grande calorie, écart qui peut même résulter de l'incertitude des nombreuses données expérimentales mises en œuvre; c'est-à-dire que la prévision déduite, soit du principe du travail maximum, soit du principe de l'entropie, est identique. Ce rapprochement subsiste d'ailleurs, avec des valeurs numériques presque égales, pour les températures plus élevées que 473°, tant que les sels ne changent pas d'état.

» Il en est de même pour tous les cas de substitution, ou de double décomposition, envisagés en dehors des limites de dissociation et rapportés soit à l'état solide, soit à l'état gazeux et à volumes égaux pour les corps correspondants; mais à la condition de tenir compte de la totalité des composés susceptibles d'exister isolément dans les conditions des expériences, composés dont les équations schématiques des ouvrages d'enseignement négligent une partie, quoiqu'ils interviennent dans les réactions réelles et, par conséquent, dans la Mécanique chimique. Il n'est pas moins nécessaire, d'ailleurs, d'en tenir compte lorsqu'on applique la notion d'entropie : car cette notion, de même que le principe du travail maximum, suppose donnés tous les composés susceptibles d'exister et constatables par expérience.

» Il est entendu d'ailleurs que lorsque la transformation s'effectue *à température constante*, par des composés intermédiaires qui disparaissent

à la fin, ceux-ci représentent uniquement des mécanismes qui dirigent la réaction vers son accomplissement final, sans y introduire d'énergie utilisable et sans entrer dans le calcul de la perte totale d'énergie, accomplie lorsqu'on passe de l'état initial à l'état final : il n'y a pas lieu d'en tenir compte. C'est là un principe que j'ai posé dès le début de mes études, et les applications que j'en ai faites ont, je crois, toujours satisfait à cette condition fondamentale. On peut en vérifier le développement expérimental dans mes recherches relatives aux actions dites de présence, spécialement étudiées sur les décompositions de l'eau oxygénée, sur les réactions du platine et sur les fermentations.

» C'est surtout dans les cas de dissociation, exclus expressément des calculs et considérations qui précèdent, que l'entropie joue un rôle essentiel et introduit des prévisions qui échappent à l'énoncé primitif du principe du travail maximum. Il y a là, en effet, un côté fondamental de la question, développé depuis mes premières recherches de Mécanique chimique et dû aux travaux de MM. Gibbs et Helmholtz sur l'énergie non utilisable; il en est résulté tout un ordre de notions nouvelles et essentielles. Mais ce n'est pas une raison pour prétendre, comme on l'a fait parfois à la légère, nier l'importance et l'existence même des lois antérieures et constatées par l'observation des faits; alors que celles-ci ne sont nullement détruites, mais simplement modifiées dans une partie de leur interprétation et qu'elles demeurent indispensables pour l'intelligence générale des phénomènes. Le principe du travail maximum ne subit pas par là d'atteinte : qu'il s'agisse de Q, ou de $Q - T(S_a - S_b)$, ce sera toujours la considération de l'état final et de l'état initial qui déterminera la possibilité de la réaction, à la température à laquelle on l'accomplit. Les découvertes des sciences expérimentales forment une chaîne continue; les faits et les relations positives établis aujourd'hui en Thermochimie ne sauraient être renversés; mais ils sont susceptibles d'être développés et perfectionnés indéfiniment par l'introduction de notions et de faits nouveaux; c'était la conclusion de mon *Essai de Mécanique chimique* (¹) : chacun doit désirer un semblable progrès et y applaudir. »

(¹) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 757.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Note sur le* Phyllium pulchrifolium ; par M. Sappey.

« Dans la séance précédente, notre très honorable confrère M. Becquerel a montré à l'Académie quelques insectes de la famille des Phasmides, insectes qui offrent une remarquable ressemblance avec les feuilles des végétaux.

» Quelles sont les analogies qui rapprochent ces insectes des feuilles, et quels sont aussi les caractères qui les en distinguent ? Telles sont les deux questions que se sont posées la plupart de nos confrères en voyant ces insectes qui semblent participer à la fois du règne végétal et du règne animal. Chacune de ces questions appelle une courte réponse.

» Constatons d'abord les analogies. Un simple coup d'œil suffit pour reconnaître que la forme est la même de part et d'autre. De part et d'autre la coloration est d'un très beau vert et à peu près identique. De part et d'autre on observe des nervures, et ces nervures affectent la même disposition ; la nervure principale occupe le grand axe de la feuille, et les nervures de second ordre s'étendent de celle-ci vers ses bords. De part et d'autre, à ces analogies superficielles viennent s'en joindre de plus profondes et non moins faciles à constater.

» Ainsi toutes les feuilles sont formées de trois couches : d'une couche supérieure de nature épidermique, d'une couche inférieure épidermique aussi, et d'une couche moyenne ou parenchymateuse. Or ces trois couches sont celles aussi qui composent le *Phyllium pulchrifolium* et particulièrement ses élytres.

» J'ajoute que, de part et d'autre, la couche moyenne est constituée principalement par des cellules, de forme arrondie, et que chacune de ces cellules comprend un noyau et un protoplasma. J'ajoute encore que, de part et d'autre, il existe dans le protoplasma des granules qui en dérivent et qui sont connus sous le nom de *leucytes*. J'ajoute enfin que, de part et d'autre, c'est dans ces granules ou leucytes que se dépose le principe colorant vert ou *chlorophylle*.

» Ainsi la chlorophylle, dont il a été plus particulièrement question dans la séance précédente, occupe une situation constante et aujourd'hui bien déterminée. Elle n'est pas située en dehors de la couche moyenne, mais dans ses cellules, et plus spécialement dans les leucytes du proto-

plasma, à la substance propre desquels elle se trouve mêlée et comme incorporée.

» Telles sont les remarquables analogies qui existent entre notre insecte et les feuilles. Elles sont grandes assurément, et si frappantes que, si l'on s'en tenait à cette première étude, on serait presque tenté de croire à une identité de nature.

» Mais poursuivons ce parallèle, et nous allons voir apparaître entre eux des différences profondes.

» Dans la couche moyenne des élytres de notre insecte, comme dans la couche moyenne d'une feuille, il existe un appareil aérifère et un appareil vasculaire. Or ces deux appareils diffèrent considérablement selon qu'on les considère dans les élytres ou dans les feuilles.

» Dans les feuilles, l'appareil aérifère est représenté par des orifices, assez nombreux, occupant leurs deux faces, mais surtout leur face inférieure; ce sont les *stomates*. A ceux-ci succède une petite cavité irrégulière, sous-épithéliale, de laquelle partent des canaux divergents qui cheminent entre les cellules de la couche parenchymateuse. Ces canaux aérifères, partout anastomosés et continus entre eux, ne possèdent pas de parois propres; ils sont délimités par les cellules entre lesquelles ils poursuivent leur trajet. Cette absence de parois est un de leurs attributs les plus importants.

» Dans les élytres et même dans les pattes du *Phyllium pulchrifolium*, l'appareil aérifère est formé par des trachées que leur structure, bien caractérisée, rend faciles à reconnaître; j'ai pu les voir, en effet, sur l'insecte desséché qui m'a été remis. Le microscope permet de les suivre dans toute l'étendue de leur trajet; elles se divisent, se subdivisent et se réduisent à de très fines ramifications qui se perdent sur le contour des cellules.

» Comparé dans notre insecte et dans les feuilles, l'appareil aérifère est donc bien différent, puisque d'un côté il se compose de canaux irréguliers et sans parois, tandis que de l'autre il est représenté par des canaux très réguliers, cylindriques et munis de parois fortement constituées. Or ces canaux ramifiés ou trachées sont un des attributs les plus importants des Invertébrés; ils suffiraient, à eux seuls, pour attester l'animalité du *Phyllium pulchrifolium*.

» Passons aux vaisseaux, qu'il importe de comparer aussi. Dans les feuilles ces vaisseaux sont de deux ordres. Les uns se portent des racines vers les feuilles dans lesquelles ils se terminent, ce sont les vaisseaux ligneux. Les autres s'étendent des feuilles, dans lesquelles ils prennent naissance, vers

les racines; ils transportent la sève élaborée, ce sont des vaisseaux libériens : ces deux ordres de vaisseaux sont partout juxtaposés, d'où le nom de *faisceaux libéro-ligneux* qui leur a été donné. Ces faisceaux libéro-ligneux constituent les nervures. Tel est, en quelques mots, l'appareil vasculaire des feuilles; il les caractérise mieux encore que leur appareil aérifère.

» Considérons maintenant ce même appareil dans notre insecte. Sur celui que j'ai reçu, et qui était complètement desséché, il n'était plus reconnaissable; et je ne puis donner par conséquent sur ce point aucun détail complémentaire à l'Académie. Mais nous pouvons combler cette lacune en faisant appel aux connaissances générales que nous possédons sur la circulation de la lymphe dans les insectes. Or nous savons que les vaisseaux préposés à cette circulation sont représentés : 1° par un cœur, situé sur la partie supérieure et médiane de l'abdomen; 2° par une aorte et des canaux à direction divergente; 3° par des canaux à direction convergente qui ramènent la lymphe vers le cœur, en sorte que ce liquide décrit un cercle complet. Le *Phyllium pulchrifolium* appartenant à la classe des Insectes, il possède, comme tous les animaux du même ordre, un appareil vasculaire semblable à celui que je viens de mentionner.

» Cet appareil existant chez lui, il nous reste à le comparer à celui des feuilles. Dans ces organes, les deux ordres de vaisseaux restent indépendants; dans notre insecte les canaux divergents et convergents se continuent. Dans les feuilles, ces vaisseaux nous offrent des parois fortement constituées; dans notre insecte, les canaux divergents et convergents sont de simples lacunes; selon qu'on l'envisage, dans les végétaux ou chez les insectes, l'appareil vasculaire se montre donc bien différent.

» De ce court parallèle nous pouvons conclure, par conséquent, que les analogies par lesquelles notre insecte se rapproche des feuilles ne portent que sur des points d'une importance secondaire, sur la forme, sur la coloration, sur la présence de la chlorophylle dans les cellules de la couche parenchymateuse. Les différences qui le distinguent de ces feuilles portent, au contraire, sur des points essentiels. Par ses appareils aérifère et vasculaire, et aussi par son appareil locomoteur, il se rapproche de tous les autres insectes. Des végétaux, en un mot, il n'offre que l'apparence. Des animaux il possède, au contraire, tous les attributs. En résumé, le *Phyllium pulchrfolium* n'est pas un végétal; c'est un animal parfaitement caractérisé. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur le* Dyrosaurus thevestensis. Note de M. A. Pomel.

« Je viens de signaler la découverte d'un grand Saurien nouveau dans des gisements de phosphorites près de Tebessa en lui donnant le nom de *Dyrosaurus thevestensis*. Ce reptile n'était pas aussi nouveau que je l'avais cru, car M. Phil. Thomas l'avait récemment décrit sous le nom de *Crocodilus phosphaticus*, d'après des débris récoltés au Djebel Teldja (exploration scientifique de la Tunisie). Cette méprise de la détermination avait détourné mon attention. Cependant la vue de la vertèbre figurée n'a pu me laisser de doute, quoiqu'elle diffère de celles du Dyr par la présence au bord inférieur d'un sillon entre deux bords non carénés et parce que l'arc neural est encore adhérent au corps vertébral.

» Mais la cassure de l'apophyse transverse, tombant sur la suture, montre bien par le dessin la structure particulière de cette surface d'adhérence; M. Cope, qui a créé le sous-ordre des Champsosauriens, signale des cas d'adhérence et même de synostose des arcs au centrum dans des vertèbres particulières. Il figure aussi un centrum sillonné en dessous parmi d'autres qui ne le sont pas. Ces faits n'infirment donc pas ma détermination de Champsosaurien. L'hésitation marquée par l'auteur dans l'attribution de son fossile au genre Crocodile était donc parfaitement justifiée et s'explique par l'état imparfait de sa conservation.

» En effet, le *Dyrosaurus* n'est pas plus un crocodile que le Simœdosaure de Reims ou les Champsosaures de Laramie et d'El Puerco. Les fragments des os des membres indiquent des affinités analogues, c'est-à-dire communes avec les Crocodiliens, les Lacertiens et même les Pythonomorphes. M. Cope les rattache plutôt aux Lacertiens et les a érigés en un sous-ordre distinct suffisamment caractérisé.

» Une dent signalée dans ma précédente Note est semblable à celle décrite par M. Thomas, en sorte que je n'ai plus de doute sur l'identité du fossile du Djebel Teldja avec celui du Dyr. Il en résultera que le *Dyrosaurus thevestensis* pourra devenir, dans la nomenclature, le *Dyrosaurus phosphaticus*. »

ASTRONOMIE. — *Sur les observations astronomiques effectuées à Abastouman par M.* de Glasenapp, *directeur de l'observatoire impérial de Saint-Pétersbourg.* Note de M. **Lœwy.**

« J'ai l'honneur de signaler à l'Académie les observations astronomiques effectuées à Abastouman, un des plus pittoresques sites du Caucase.

» Le beau ciel et le climat exceptionnellement favorable de cette région ont engagé M. le professeur de Glasenapp à y installer un petit observatoire mobile; il se proposait d'exécuter une série d'observations d'une nature particulièrement délicate et qui demandent beaucoup de stabilité et une grande pureté de l'atmosphère.

» L'observatoire a été établi sur la pente d'une montagne couverte de verdure, à 1400^{m} d'altitude.

» A l'aide d'un équatorial de 24^{cm} d'ouverture, récemment acquis par l'observatoire de Saint-Pétersbourg, M. de Glasenapp, par des procédés précis, a mesuré six cents couples d'étoiles doubles. Les résultats importants de cette étude sont publiés dans un Ouvrage dont il fait hommage à l'Académie.

» Le Bureau des Longitudes est particulièrement intéressé à ces travaux, car c'est M. de Glasenapp qui, dans l'*Annuaire* du Bureau, tient au courant le Tableau des éléments relatifs aux étoiles doubles.

» Le progrès de la science impose aux observateurs des conditions nouvelles de travail. Pour pouvoir tirer profit des méthodes perfectionnées dont on dispose actuellement, il faut chercher des climats permettant de les utiliser avec succès. On a les plus grandes chances de réaliser ces conditions dans des altitudes élevées; car il est *a priori* probable d'y trouver atténuées les perturbations dues à l'atmosphère.

» C'est ce qui explique les installations de plus en plus fréquentes d'observatoires auxiliaires dans des lieux élevés convenablement choisis. Telles sont les raisons qui depuis deux ans ont engagé M. de Glasenapp à édifier successivement son observatoire mobile d'abord à Hourzouf et en dernier lieu à Abastouman. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Etude théorique sur l'élasticité des métaux.* Mémoire de M. **Félix Lucas.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Lévy, Haton de la Goupillière, Sarrau.)

« Le Mémoire sur l'élasticité des métaux, présenté le 29 janvier dernier à l'Académie des Sciences, est complété aujourd'hui par la démonstration théorique et la vérification expérimentale des trois lois générales suivantes, qui régissent dans toute son étendue le phénomène de l'étirage jusqu'à rupture d'une barre métallique :

1° La densité du métal reste constante;

2° Le coefficient d'élasticité reste constant;

3° La capacité d'énergie élastique est croissante dans la proportion du simple au décuple. »

M. G. **Bertoux** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Mémoire sur une méthode d'enseignement appliquée à l'éducation des sourds-muets. Présentation d'un élève sourd-muet âgé de onze ans et demi ».

(Commissaires MM. Chauveau, Brouardel.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance:

Un volume de M. *Lacroix* ayant pour titre: « Les enclaves des roches volcaniques ». (Présenté par M. Daubrée).

M. **Cannizzaro**, nommé Correspondant pour la Section de Chimie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Louis Henry** transmet à l'Académie la déclaration d'admiration pour l'œuvre scientifique de Lavoisier faite le 8 mai 1894 par la classe des Sciences de l'Académie royale de Belgique.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations solaires du premier trimestre de l'année* 1894. Note de M. **P. Tacchini**.

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie le résumé des observations solaires faites à l'observatoire royal du Collège romain pendant le premier trimestre 1894. Voici les résultats obtenus pour les taches et les facules :

1894.	Nombre de jours d'observation.	Fréquence relative des taches.	Fréquence relative des jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	Grandeur relative des facules.	Nombre des groupes de taches par jour.
Janvier....	19	24,37	0,00	106,1	74,2	7,2
Février....	20	19,35	0,00	136,3	65,8	6,3
Mars......	20	17,51	0,00	48,1	57,5	4,8

» Nous avons donc une diminution progressive dans les phénomènes des taches et des facules. L'extension assez forte des taches pour le mois de février dérive de la présence d'une grande tache dans l'hémisphère austral (— 29°-35°). Pour les observations des protubérances solaires la saison a été un peu moins favorable, surtout en janvier; voici les résultats :

1894.	Nombre de jours d'observation.	Protubérances. Nombre moyen.	Protubérances. Hauteur moyenne.	Protubérances. Extension moyenne.
Janvier.........	14	6,00	37″,1	1°,6
Février.........	18	7,17	37,4	2,6
Mars...........	18	8,11	37,5	2,2

» On a donc constaté une augmentation progressive dans le nombre moyen par jour, et le phénomène des protubérances présente un peu plus d'intensité qu'au dernier trimestre de 1893.

» Quant à la distribution des phénomènes solaires en latitude, j'ai obtenu pour le trimestre les données suivantes :

Premier trimestre 1894.

Latitudes.	Protubérances.		Facules.		Taches.	
90° + 80°	0,000	0,324				
80 + 70	0,000					
70 + 60	0,003					
60 + 50	0,018					
50 + 40	0,008		0,000	0,433		
40 + 30	0,039		0,005		0,000	0,391
30 + 20	0,080		0,072		0,062	
20 + 10	0,088		0,159		0,185	
10 0	0,088		0,197		0,144	
0 — 10	0,057	0,676	0,197	0,567		0,609
10 — 20	0,065		0,192		0,155	
20 — 30	0,111		0,120		0,330	
30 — 40	0,103		0,048		0,103	
40 — 50	0,013		0,010		0,021	
50 — 60	0,015					
60 — 70	0,222					
70 — 80	0,080					
80 — 90	0,010					

» Tous les phénomènes solaires ont été plus fréquents dans les zones australes, résultat qu'on trouve aussi dans chaque mois du trimestre. On doit faire remarquer le maximum extraordinaire des protubérances dans la zone (— 60°-70°), maximum qui se manifeste même dans les séries des observations mensuelles, tandis que les protubérances ont été très peu fréquentes entre + 40° et + 70° et manquent entre + 70° et + 90°.

» La zone équatoriale de la plus grande fréquence des taches et des facules est comprise dans les mêmes parallèles (± 20°), comme dans le trimestre précédent.

» Dans nos observations je trouve un seul indice d'éruption, le 1er mars à la latitude — 15°, et l'on est vraiment surpris du fait, que même sur les grandes taches, que nous avons observées au bord, nous n'avons pas trouvé de phénomènes dignes de remarque : aussi la grande tache de février était en calme parfait lors de son arrivée au bord. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Recherches sur les fractions continues*. Mémoire de M. **Stieltjes**, présenté par M. Hermite. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

« 1. L'objet de ce travail est l'étude de la fraction continue

$$1 : a_1 z + 1 : a_2 + 1 : a_3 z + 1 : a_4 + \ldots,$$

où z est une variable imaginaire et $a_1, a_2, a_3, \ldots$ sont des nombres réels positifs.

» Deux cas sont à distinguer selon que la série

$$(S) \qquad a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + \ldots$$

est *convergente* ou *divergente*.

» L'étude du premier cas est de beaucoup la plus simple et conduit aux résultats suivants.

» Dans le cas où la série (S) est convergente, les réduites d'ordre pair et les résultats d'ordre impair tendent vers deux limites différentes

$$\frac{p(z)}{q(z)} \quad \text{et} \quad \frac{p_1(z)}{q_1(z)}.$$

» Ici $p(z)$, $q(z)$, $p_1(z)$, $q_1(z)$ sont des fonctions holomorphes dans tout le plan, ce sont des fonctions entières de z du genre zéro. Ces fonctions n'admettent que des zéros simples qui sont réels et négatifs, et

$$\frac{p(z)}{q(z)} = \frac{\mu_1}{z+\lambda_1} + \frac{\mu_2}{z+\lambda_2} + \frac{\mu_3}{z+\lambda_3} + \ldots,$$

$$\frac{p_1(z)}{q_1(z)} = \frac{\nu_0}{z} + \frac{\nu_1}{z+\theta_1} + \frac{\nu_2}{z+\theta_2} + \ldots.$$

» 2. Avant d'aller plus loin, considérons le développement de la fraction continue suivant les puissances descendantes de z. Ce développement se présente sous la forme

$$(S_1) \qquad \frac{c_0}{z} - \frac{c_1}{z^2} + \frac{c_2}{z^3} - \frac{c_3}{z^4} + \ldots,$$

les coefficients c_n étant positifs et le rapport

$$\frac{c_{n+1}}{c_n}$$

croît constamment avec n. Deux cas peuvent se présenter : ou bien ce rapport tend vers une limite finie λ et alors la série (S_1) est convergente pour $|z| > \lambda$, ou bien ce rapport croît au delà de toute limite, et alors la série (S_1) est toujours divergente.

» Nous trouvons que le premier cas a lieu lorsque les nombres

$$\frac{1}{a_n a_{n+1}} \qquad (n = 1, 2, 3, \ldots)$$

sont limités supérieurement. Dans le cas contraire, c'est le second cas qui a lieu.

» 3. Considérons le cas où la série (S) est divergente. Nous trouvons d'abord que les réduites d'ordre pair ou impair tendent vers une même limite $F(z)$, la fraction continue est convergente, et cela pour toutes les valeurs réelles ou imaginaires de z : il faut faire exception seulement pour les valeurs réelles négatives.

» La partie négative de l'axe réel est ainsi une ligne singulière.

» La fonction $F(x)$ est une fonction analytique holomorphe dans tout le domaine que nous venons d'indiquer.

» Pour obtenir ce résultat nous nous appuyons surtout sur un théorème de la théorie des fonctions qu'on peut énoncer ainsi. Soit

$$f_1(z), \quad f_2(z), \quad f_3(z) \ldots f_n(z) \ldots$$

une suite infinie de fonctions analytiques holomorphes dans un domaine S limité par un contour s. Si le module de la somme

$$f_1(z) + f_2(z) + \ldots + f_n(z)$$

admet une limite supérieure L, indépendante de n, tant que z est dans S ou sur s; si ensuite la série

$$F(z) = \sum_1^\infty f_n(z)$$

est *uniformément convergente* dans un cercle quelconque C compris entièrement dans S, alors on peut affirmer que cette même série est *uniformément convergente* dans tout le domaine S, et $F(z)$ est holomorphe dans le même domaine.

» 4. Le résultat précédent laisse obscure la nature de la ligne singulière; pour éclaircir ce dernier point nous montrons que la fonction $F(z)$ peut se mettre sous cette nouvelle forme analytique

$$F(z) = \int_0^\infty \frac{d\Phi(u)}{z+u} = \int_0^\infty \frac{\Phi(u)\,du}{(z+u)^2}.$$

Ici $\Phi(u)$ est une fonction réelle et croissante

$$\Phi(0) = 0, \qquad \Phi(\infty) = \frac{1}{a_1},$$

mais elle peut avoir des sauts brusques dans tout intervalle, et aussi elle n'est nullement assujettie à être une fonction analytique. Cela suffit pour montrer qu'*en général* la ligne essentielle met un obstacle infranchissable à la continuation analytique de $F(z)$.

» Lorsque le rapport $c_{n+1} : c_n$ tend vers une limite finie λ, la fonction $\Phi(u)$ est constante à partir de $u = \lambda$ et l'expression de $F(z)$ se réduit à

$$F(z) = \int_0^\lambda \frac{d\Phi(u)}{z+u},$$

formule dans laquelle $\Phi(u)$ peut être une fonction croissante absolument quelconque.

» 5. Dans la dernière partie de notre travail, nous faisons quelques applications de la théorie qu'on vient de résumer.

» L'étude, au point de vue de la convergence, de la fraction continue qui provient d'une intégrale

$$\int_0^\infty \frac{d\psi(u)}{z+u},$$

$\psi(u)$ étant une fonction croissante quelconque, n'offre plus de difficultés.

» Comme résultat particulier, nous montrons qu'il suffit de transformer la série de Stirling

$$J(z) = \frac{B_1}{1.2z} - \frac{B_2}{3.4z^3} + \frac{B_3}{5.6z^5} \cdots$$

en fraction continue

$$1 : a_1 z + 1 : a_2 z + 1 : a_3 z + \ldots,$$

pour avoir une expression convergente qui représente $J(z)$ tant que la partie réelle de z est positive. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quatre solutions connexes du problème de la transformation relatif à la fonction elliptique de troisième espèce.* Note de M. F. DE SALVERT, présentée par M. Hermite.

« Les quatre solutions dont nous voulons parler sont encore celles qui correspondent aux quatre nouveaux modules

(1) $\quad a)\ l_1 = k', \qquad b)\ l_2 = \frac{1}{k'}, \qquad c)\ l_3 = \frac{ik'}{k}, \qquad d)\ l_4 = \frac{ik}{k'},$

relativement auxquels nous avons déjà, dans une Note récente (Séance du 28 Mai), résolu la même question pour la fonction elliptique de deuxième espèce, parce que celle-ci présente encore, au même titre, un sérieux intérêt pour la théorie des Coordonnées de Lamé. Pour les raisons que nous avons dites au début de la Note précitée, ces quatre solutions pourront encore se ramener à une seule par le moyen des formules de transformation analogues, mais plus simples,

$$(2)\qquad \operatorname{sn}\left(x, \frac{1}{k}\right) = k \operatorname{sn}\left(\frac{x}{k}, k\right), \qquad \Pi\left(x, h, \frac{1}{k}\right) = \Pi\left(\frac{x}{k}, \frac{h}{k}, k\right),$$

dont la seconde se déduit très aisément de la première.

» Pour écrire les formules relatives à ce nouveau problème, nous conviendrons, en désignant par h le paramètre, de représenter, pour l'ancien module k, par les symboles $\Pi(h)$ et $\Pi'(h)$ les fonctions complètes de troisième espèce correspondantes à J et à J', c'est-à-dire définies par les deux égalités

$$(3)\qquad \Pi(h) = \Pi(K, h, k), \qquad i\Pi'(h) = \Pi(K + iK', h, k) - \Pi(K, h, k),$$

et de même pour les nouveaux modules, en affectant alors ces symboles de l'indice qui spécifiera le module envisagé.

Avec ce mode de notation, les formules en question qui correspondent à celles (4) de la Note précédente seront les suivantes :

$$(4)\left\{\begin{aligned}
&a)\ \Pi(x, h, k') = \frac{\operatorname{sn}(h, k')\operatorname{dn}(h, k')}{\operatorname{cn}(h, k')} x - [\Pi(ih) + i\Pi'(ih)] \\
&\qquad\qquad + \Pi(ix + K + iK', ih, k); \\
&b)\ \Pi\left(x, h, \frac{1}{k'}\right) = \frac{1}{k'} \frac{\operatorname{sn}\left(\frac{h}{k'}, k'\right)\operatorname{dn}\left(\frac{h}{k'}, k'\right)}{\operatorname{cn}\left(\frac{h}{k'}, k'\right)} x - \left[\Pi\left(\frac{ih}{k'}\right) + i\Pi'\left(\frac{ih}{k'}\right)\right] \\
&\qquad\qquad + \Pi\left(\frac{ix}{k'} + K + iK', \frac{ih}{k'}, k\right); \\
&c)\ \Pi\left(x, h, \frac{ik'}{k}\right) = k \frac{\operatorname{sn}\left(\frac{h}{k}, k'\right)}{\operatorname{cn}\left(\frac{h}{k}, k'\right)\operatorname{dn}\left(\frac{h}{k}, k'\right)} x - \Pi\left(\frac{ih}{k}\right) + \Pi\left(\frac{ix}{k} + K, \frac{ih}{k}, k\right); \\
&d)\ \Pi\left(x, h, \frac{ik}{k'}\right) = -\frac{k^2}{k'} \frac{\operatorname{sn}\left(\frac{h}{k'}, k\right)\operatorname{cn}\left(\frac{h}{k'}, k\right)}{\operatorname{dn}\left(\frac{h}{k'}, k\right)} x - \Pi\left(\frac{h}{k'}\right) + \Pi\left(\frac{x}{k'} + K, \frac{h}{k'}, k\right).
\end{aligned}\right.$$

» En les développant, l'on pourra de nouveau les présenter sous cette autre forme, analogue à celle (5) de la Note précédente, et qui mettra de même en évidence leur réalité pour x et h réels, et k supposé canonique :

$$(5)\quad\left\{\begin{aligned}
&a)\ \Pi(x, h, k') = \frac{\operatorname{sn}(h, k')\operatorname{dn}(h, k')}{\operatorname{cn}(h, k')}x\\
&\qquad + \frac{1}{2}\log\frac{\operatorname{cn}(x-h, k')}{\operatorname{cn}(x+h, k')} + \Pi(ix, ih, k);\\
&b)\ \Pi\left(x, h, \frac{1}{k'}\right) = \frac{1}{k'}\frac{\operatorname{sn}\left(\frac{h}{k'}, k'\right)\operatorname{dn}\left(\frac{h}{k'}, k'\right)}{\operatorname{cn}\left(\frac{h}{k'}, k'\right)}x\\
&\qquad + \frac{1}{2}\log\frac{\operatorname{cn}\left(\frac{x-h}{k'}, k'\right)}{\operatorname{cn}\left(\frac{x+h}{k'}, k'\right)} + \Pi\left(\frac{ix}{k'}, \frac{ih}{k'}, k\right);\\
&c)\ \Pi\left(x, h, \frac{ik'}{k}\right) = k\frac{\operatorname{sn}\left(\frac{h}{k}, k'\right)}{\operatorname{cn}\left(\frac{h}{k}, k'\right)\operatorname{dn}\left(\frac{h}{k}, k'\right)}x\\
&\qquad + \frac{1}{2}\log\frac{\operatorname{cn}\left(\frac{x+h}{k}, k'\right)\operatorname{dn}\left(\frac{x-h}{k}, k'\right)}{\operatorname{dn}\left(\frac{x+h}{k}, k'\right)\operatorname{cn}\left(\frac{x-h}{k}, k'\right)} + \Pi\left(\frac{ix}{k}, \frac{ih}{k}, k\right);\\
&d)\ \Pi\left(x, h, \frac{ik}{k'}\right) = -\frac{k^2}{k'}\frac{\operatorname{sn}\left(\frac{h}{k'}, k\right)\operatorname{cn}\left(\frac{h}{k'}, k\right)}{\operatorname{dn}\left(\frac{h}{k'}, k\right)}x\\
&\qquad + \frac{1}{2}\log\frac{\operatorname{dn}\left(\frac{x-h}{k'}, k\right)}{\operatorname{dn}\left(\frac{x+h}{k'}, k\right)} + \Pi\left(\frac{x}{k'}, \frac{h}{k'}, k\right).
\end{aligned}\right.$$

» Les expressions des fonctions complètes Π et Π' pour les quatre nouveaux modules (1), expressions que l'on obtiendra encore sans difficulté par le moyen des premières formules (4) en empruntant au Tableau (6) de la Note précédente celles des L et L' correspondant à chaque module l, seront alors les suivantes :

$$
(6)\quad
\begin{cases}
a)\quad l_1 = k' & \begin{cases}
\Pi_1(h) = \dfrac{\operatorname{sn}(h,k')\operatorname{dn}(h,k')}{\operatorname{cn}(h,k')}\mathrm{K}' + i\Pi'(ih),\\[2mm]
\Pi'_1(h) = \dfrac{\operatorname{sn}(h,k')\operatorname{dn}(h,k')}{\operatorname{cn}(h,k')}\mathrm{K} + i\Pi(ih);
\end{cases}\\[6mm]
b)\quad l_2 = \dfrac{1}{k'} & \begin{cases}
\Pi_2(h) = \dfrac{\operatorname{sn}\left(\dfrac{h}{k'},k'\right)\operatorname{dn}\left(\dfrac{h}{k'},k'\right)}{\operatorname{cn}\left(\dfrac{h}{k'},k'\right)}(\mathrm{K}'+i\mathrm{K}) - \Pi\left(\dfrac{ih}{k'}\right) + i\Pi'\left(\dfrac{ih}{k'}\right),\\[4mm]
\Pi'_2(h) = \dfrac{\operatorname{sn}\left(\dfrac{h}{k'},k'\right)\operatorname{dn}\left(\dfrac{h}{k'},k'\right)}{\operatorname{cn}\left(\dfrac{h}{k'},k'\right)}\mathrm{K} + i\Pi\left(\dfrac{ih}{k'}\right);
\end{cases}\\[6mm]
c)\quad l_3 = \dfrac{ik'}{k} & \begin{cases}
\Pi_3(h) = k^2\dfrac{\operatorname{sn}\left(\dfrac{h}{k},k'\right)}{\operatorname{cn}\left(\dfrac{h}{k},k'\right)\operatorname{dn}\left(\dfrac{h}{k},k'\right)}\mathrm{K}' + i\Pi'\left(\dfrac{ih}{k}\right),\\[4mm]
\Pi'_3(h) = k^2\dfrac{\operatorname{sn}\left(\dfrac{h}{k},k'\right)}{\operatorname{cn}\left(\dfrac{h}{k},k'\right)\operatorname{dn}\left(\dfrac{h}{k},k'\right)}(\mathrm{K}-i\mathrm{K}') + \Pi'\left(\dfrac{ih}{k}\right) + i\Pi\left(\dfrac{ih}{k}\right);
\end{cases}\\[6mm]
d)\quad l_4 = \dfrac{ik}{k'} & \begin{cases}
\Pi_4(h) = -k^2\dfrac{\operatorname{sn}\left(\dfrac{h}{k'},k\right)\operatorname{cn}\left(\dfrac{h}{k'},k\right)}{\operatorname{dn}\left(\dfrac{h}{k'},k\right)}\mathrm{K} + \Pi\left(\dfrac{h}{k'}\right),\\[4mm]
\Pi'_4(h) = -k^2\dfrac{\operatorname{sn}\left(\dfrac{h}{k'},k\right)\operatorname{cn}\left(\dfrac{h}{k'},k\right)}{\operatorname{dn}\left(\dfrac{h}{k'},k\right)}(\mathrm{K}'-i\mathrm{K}) + \Pi'\left(\dfrac{h}{k'}\right) - i\Pi\left(\dfrac{h}{k'}\right).
\end{cases}
\end{cases}
$$

» A défaut de la place nécessaire pour établir ici même simplement un seul de ces résultats, nous devrons nous contenter d'invoquer en leur faveur les deux témoignages suivants, d'où résultera du moins pour eux, nous l'espérons, une sérieuse présomption d'exactitude. En premier lieu, si l'on divise chacune de ces diverses formules par le paramètre h, on reconnaît sans peine qu'elles reproduiront bien, pour la limite $h = 0$, les groupes de formules correspondants (et de même numéro) démontrées ou justifiées dans la Note précédente pour la fonction elliptique de deuxième espèce. En second lieu, l'on constatera tout aussi aisément que ces dernières valeurs (6) des fonctions complètes Π et Π', étant jointes à celles relatives au même module l des L et L′ inscrites au Tableau (6) de ladite

Note, vérifieront bien ensemble les quatre conditions alors exigées :

$$L_1 \Pi_1'(h) - L_1'' \Pi_1(h) = \frac{\pi h}{2}, \quad \ldots, \quad L_4 \Pi_4'(h) - L_4' \Pi_4(h) = \frac{\pi h}{2}. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *L'expression du nombre des classes déduite de la transformation des fonctions elliptiques.* Note du P. DE SEGUIER, présentée par M. Hermite.

« Dirichlet a ramené l'expression achevée du nombre K(D) des classes de discriminant D à la détermination de l'intégrale d'une fonction rationnelle. On peut, dans le cas $D < 0$, déduire presque immédiatement K(D) de l'équation fondamentale [1]

$$(1) \left\{ \begin{array}{l} \tau \sum_{h,k} \left(\frac{Q^2}{h}\right)\left(\frac{D}{k}\right) F(hk) = \sum_{a,b,c} \sum_{m,n} \left(\frac{Q^2}{m}\right) F(am^2 + bmn + cn^2) \\ [h, k = 1, 2, \ldots, \infty;\ m, n = 0, \mp 1, \pm 2, \ldots, \pm\infty, \text{ sauf } m = n = 0; \\ (a, b, c) \text{ parcourt un système de formes représentantes; } a > 0 \text{ est premier à } Q; \\ b \text{ et } c \text{ sont divisibles par tous les facteurs premiers de } Q; \\ D = D_0 Q^2,\ D_0 \text{ étant un discriminant fondamental;} \\ \tau = 2 \text{ pour } D < -4;\ \ \tau = 4 \text{ pour } D = -4;\ \ \tau = 6 \text{ pour } D = -3; \\ F \text{ est une fonction arbitraire assurant seulement la convergence des séries}] \end{array} \right.$$

au moyen de la formule

$$(2) \left\{ \begin{array}{l} \sum_{m,n} e^{-2\pi u f(m,n) + 2(m\sigma + n\tau)\pi i} = -1 + \frac{1}{u} e^{-\frac{2\pi}{u} f'(\sigma,\tau)} + \frac{1}{u} \sum_{m,n} e^{-\frac{2\pi}{u} f'(\sigma+m,\,\tau+n)}, \\ [m, n = 0, \pm 1, \ldots, \pm\infty, \text{ sauf } m = n = 0; \\ f(x,y) = a_0 x^2 + b_0 xy + c_0 y^2, \\ f'(x,y) = c_0 x^2 - b_0 xy + a_0 y^2, \qquad 4a_0 c_0 - b_0^2 = 1; \\ a_0, b_0, c_0, \sigma, \tau \text{ sont réels ou complexes; } u \text{ est réel } > 0], \end{array} \right.$$

que Kronecker déduit de la transformation $\left(\omega, \frac{-1}{\omega}\right)$ de la fonction $\vartheta(v, \omega)$.

---

[1] Les notations employées sont celles de Kronecker. Voir les *Sitzungsberichte* de 1885 et de 1889.

» Tout revient à déterminer $K(D_0)$. Supposons donc $Q = 1$ et prenons dans (1) $F(x) = \rho e^{-\rho x}$. On aura, pour le premier membre, en prenant la limite pour $\rho = 0$,

$$\lim_{\rho=0} \rho\tau \sum_{h,k} \left(\frac{D_0}{k}\right) e^{-\rho hk} = \lim_{\rho=0} \rho\tau \sum_{k=1}^{k=\infty} \left(\frac{D_0}{k}\right) \frac{1}{e^{\rho k} - 1},$$

et, puisque

$$\left(\frac{D_0}{k}\right) = \frac{1}{(\sqrt{D_0})} \sum_{s=1}^{s=|D_0|} \left(\frac{D_0}{s}\right) e^{\frac{2sk\pi i}{|D_0|}},$$

$$\lim_{\rho=0} \rho\tau \sum_{h,k} \left(\frac{D_0}{k}\right) e^{-\rho hk} = \lim_{\rho=0} \frac{1}{(\sqrt{D_0})} \sum_{s=1}^{s=|D_0|} \left(\frac{D_0}{s}\right) \sum_{k=1}^{k=\infty} \frac{e^{\frac{2ks\pi i}{|D_0|}}}{k} \left(1 + \frac{k\rho}{1.2} + \frac{k^2\rho^2}{1.2.3} + \ldots\right)^{-1},$$

ou, d'après un théorème de Dirichlet sur les séries,

$$\lim_{\rho=0} \rho\tau \sum_{h,k} \left(\frac{D_0}{k}\right) e^{-\rho hk} = \frac{\tau}{(\sqrt{D_0})} \sum_{s=1}^{s=|D_0|} \left(\frac{D_0}{s}\right) \sum_{k=1}^{k=\infty} \frac{e^{\frac{2ks\pi i}{|D_0|}}}{k},$$

$$= \frac{-\tau}{(\sqrt{D_0})} \sum_{s=1}^{s=|D_0|} \left(\frac{D_0}{s}\right) \log\left(1 - e^{\frac{2k\pi i}{|D_0|}}\right),$$

et cette formule subsiste encore pour $D_0 > 0$. Donc

$$(3) \quad \lim_{\rho=0} \rho \sum_{h,k} \left(\frac{D_0}{k}\right) e^{-\rho hk} = \lim_{\rho=0} \rho \sum_{h,k} \left(\frac{D_0}{k}\right) (hk)^{-1-\rho} \qquad (D_0 > 0 \text{ ou } < 0).$$

» Si maintenant dans (2) on fait

$$\sigma = \tau = 0, \qquad u = \frac{\rho|\sqrt{D_0}|}{2\pi}, \qquad a_0 = \frac{a}{|\sqrt{D_0}|}, \qquad b_0 = \frac{b}{|\sqrt{D_0}|}, \qquad c_0 = \frac{c}{|\sqrt{D_0}|},$$

on obtient immédiatement

$$(4) \qquad \lim_{\rho=0} \sum_{m,n} \rho e^{-\rho(am^2+bmn+cn^2)} = \frac{2\pi}{|\sqrt{D_0}|}.$$

Donc (1) devient

$$K(D_0)\log E(D_0) = -\sum_{s=1}^{s=|D_0|} \left(\frac{D_0}{s}\right) \log\left(1 - e^{\frac{2k\pi i}{|D_0|}}\right),$$

$$E(D_0) = \frac{T_0 + U_0\sqrt{D_0}}{2},$$

T_0, U_0 étant les plus petites solutions positives de $t - D_0 u^2 = 4$.

» Si D est > 0, il faut, dans (1), imposer à m, n les conditions

$$n > 0, \qquad 2a\frac{m}{n} + b \geqq \frac{T}{U},$$

T, U étant les plus petites solutions positives de $t^2 - Du^2 = 4$, et les calculs précédents ne permettent plus d'affirmer que la relation (4) subsiste. Mais il résulte de (1), de (3) et de la méthode de Dirichlet que l'on a

$$\lim_{\rho=0} \sum_{m,n} \rho e^{-\rho(am^2+bmn+cn^2)} = \lim_{\rho=0} \sum_{m,n} \rho(am^2+bmn+cn^2)^{-1-\rho} = \frac{\tau \log E(D_0)}{|\sqrt{D_0}|}$$

qui coïncide avec (4) pour $D_0 < 0$. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces susceptibles d'engendrer par un déplacement hélicoïdal une famille de Lamé.* Note de M. **Albert Petot**, présentée par M. Darboux.

« On sait que certaines surfaces engendrent, lorsqu'on les soumet à un mouvement convenable, une famille de Lamé.

» Dans un Mémoire de 1878 sur les coordonnées curvilignes, après avoir formé l'équation de ces surfaces, M. Darboux a montré, en particulier, que si une surface jouit de la propriété indiquée pour un seul mouvement, ce mouvement est hélicoïdal. Je vais donner dans cette Note une propriété caractéristique d'une pareille surface.

» Si l'on désigne par x_0, y_0, z_0 les coordonnées d'un point quelconque d'une surface S rapportée à ses lignes de courbure (v) et (u), les équations

$$(1) \qquad \begin{cases} x = x_0 \cos w - y_0 \sin w, \\ y = x_0 \sin w + y_0 \cos w, \\ z = z_0 + hw \end{cases}$$

représentent la famille F obtenue en donnant à la surface S un mouvement hélicoïdal d'axe OZ, et dont le pas est égal à $2\pi h$.

» Quand, dans les équations (1), on considère v comme fonction de w, elles représentent une surface S' qui coupe la surface S, dans chacune de ses positions, suivant une de ses lignes de courbure (v). Écrivons que S' est normale à S le long de chaque ligne de courbure; pour cela il suffit que la tangente à (u) sur S soit normale à la ligne $u =$ const. sur S', car

elle est déjà normale à la ligne $w = \text{const.}$, qui n'est autre que la ligne (v) de S.

» D'ailleurs les cosinus directeurs de cette tangente à (u) sur S, dans sa position générale, sont

$$b\cos w - b'\sin w, \quad b\sin w + b'\cos w, \quad b'';$$

l'équation de condition est alors

$$(b\cos w - b'\sin w)\frac{\partial x}{\partial w} + (b\sin w + b'\cos w)\frac{\partial y}{\partial w} + b''\frac{\partial z}{\partial w} = 0,$$

où l'on a, en prenant les notations du Cours de M. Darboux,

$$\begin{aligned}
\frac{\partial x}{\partial w} &= -x_0\sin w - y_0\cos w + \eta_1\frac{dv}{dw}(b\cos w - b'\sin w),\\
\frac{\partial y}{\partial w} &= \quad x_0\cos w - y_0\sin w - \eta_1\frac{dv}{dw}(b\sin w + b'\cos w),\\
\frac{\partial z}{\partial w} &= b''\eta_1\frac{dv}{dw} + h.
\end{aligned}$$

On obtient ainsi, entre v et w, l'équation suivante :

$$(2)\qquad \frac{\eta_1\,dv}{by_0 - b'x_0 - b''h} = dw,$$

qui montre que l'expression qui multiplie dv doit être indépendante de u. Si cette première condition est remplie, on obtient par une quadrature une surface S′ qui, soumise au même mouvement que S, forme une famille F′ associée à F.

» Comme on a deux familles de surfaces qui se coupent orthogonalement suivant des lignes de courbure, on sait, d'après le complément donné par M. Darboux au théorème de Dupin, qu'il existe une troisième famille complétant avec les deux premières un système orthogonal. Pour l'obtenir, il suffit de considérer dans les équations (1) u comme fonction de w et de raisonner comme on l'a fait plus haut. On est alors conduit à l'équation

$$(3)\qquad \frac{\xi\,du}{ay_0 - a'x_0 - a''h} = dw,$$

dans laquelle l'expression qui multiplie du est indépendante de v. Elle donne par une quadrature la surface S″ qui, soumise au mouvement hélicoïdal considéré, forme la troisième famille cherchée F″.

» Les deux conditions équivalentes obtenues plus haut conduisent à la relation unique

$$(4)\qquad \frac{\eta_1}{r_1}(ay_0 - a'x_0 - a''h) + \frac{\xi}{r}(by_0 - b'x_0 - b''h) + c''\frac{\xi}{r}\cdot\frac{\eta_1}{r_1} = 0,$$

que nous allons interpréter géométriquement.

» Pour cela, considérons en chaque point M de la surface S, les centres de courbure géodésique ω et ω_1 des lignes de courbure (v) et (u). On sait que ω et ω_1 sont situés respectivement sur les tangentes aux lignes (u) et (v), et que les rayons $M\omega$ et $M\omega_1$ sont égaux à $\frac{\xi}{r}$ et $-\frac{\eta_1}{r_1}$. On obtient alors, pour la projection Z du segment $\omega\omega_1$ sur l'axe Oz, et pour son moment N par rapport au même axe, les valeurs

$$Z = -\left(a''\frac{\eta_1}{r_1} + b''\frac{\xi}{r}\right),$$

$$N = \frac{\eta_1}{r_1}(ay_0 - a'x_0) + \frac{\xi}{r}(by_0 - b'x_0) + c''\frac{\eta_1}{r_1}\frac{\xi}{r}.$$

» L'équation (4) se ramène donc à la forme

$$(5)\qquad N + hZ = 0,$$

d'où résulte la conclusion suivante, qui exprime la condition nécessaire et suffisante pour qu'une surface S soit susceptible d'engendrer par un déplacement hélicoïdal une famille de Lamé.

» La congruence engendrée par la droite $\omega\omega_1$ qui, en chaque point de la surface S, joint les deux centres de courbure géodésique des lignes de courbure, appartient à un complexe du premier ordre Σ.

» Le mouvement hélicoïdal que doit prendre S s'effectue d'ailleurs autour de l'axe de Σ, de plus le pas $2\pi h$ de ce mouvement s'obtient immédiatement à l'aide de l'équation (5). En prenant comme sens de rotation pour le mouvement hélicoïdal celui qui a été choisi pour les moments par rapport à Oz, le pas s'obtient en multipliant par 2π le paramètre changé de signe du complexe.

» En particulier, si la droite $\omega\omega_1$ rencontre une droite fixe, ou est perpendiculaire à une direction fixe, le mouvement de S se réduit à une rotation autour de cette droite, ou à une translation suivant cette direction. »

ACOUSTIQUE. — *Sur un système de gammes chromatico-diatoniques.* Note de M. **Edmond de Polignac**, présentée par M. Lippmann.

« Le numéro du 21 mai 1894 des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* contient une Note de M. Alexandre de Bertha intitulée *Sur un système de gammes nouvelles*.

» Or, par une lettre du 28 février 1894 publiée dans le *Figaro* en réponse à un article de la *Revue nouvelle* du 1er janvier 1894 dans lequel M. de Bertha s'attribue l'invention de gammes dites *nouvelles*, j'ai établi mon droit de priorité en citant une publication qui remonte à 1888 où j'exposais le premier la nature et la constitution de ces gammes au nombre de trois seulement. Je les désignais par les lettres A, B, C. Elles sont identiques à celles que M. de Bertha appelle *gammes anharmoniques*. En réalité, ces gammes procédant par une succession de tons et demi-tons alternés seraient plus rigoureusement appelées *chromatico-diatoniques*.

» Un renvoi marginal de cette Note est ainsi conçu :

« Au moment de publier son système, l'auteur a eu l'occasion de constater qu'une des gammes homotones a été employée par M. de Polignac dans une de ses compositions en 1888. »

» Ce texte est de nature à induire en erreur. Il semble inviter la conclusion que si l'une de ces gammes s'était déjà rencontrée fortuitement sous ma plume, la découverte raisonnée du système des trois gammes A, B, C appartient à M. de Bertha.

» Je la revendique au contraire.

» En effet, la publication de 1888 déjà citée, outre la définition précise des trois gammes, définition accompagnée de deux exemples notés sur portée musicale, contenait un morceau où *deux* d'entre elles étaient mises en usage.

» De plus, dans divers concerts dont le dernier a été donné à la salle d'Harcourt le 17 mai 1894, j'ai fait entendre un morceau de ma composition avec orchestre et chœur, où les trois gammes A, B, C sont employées.

» Ce dernier concert avait été annoncé dans les journaux et le morceau de ma composition qui y figurait signalé à l'attention du public comme destiné précisément à donner en musique un exemple de gammes nouvelles. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche des traces de chlore.* Note de MM. **A. Villiers** et **M. Fayolle**, présentée par M. Henri Moissan.

« Nous avons indiqué dernièrement (*Comptes rendus*, p. 1152 et 1204) un procédé permettant de caractériser l'acide chlorhydrique, en présence des acides bromhydrique et iodhydrique, fondé sur la formation de produits d'oxydation, par l'action, sur une solution acide d'aniline, du chlore mis en liberté à l'aide du permanganate de potasse et de l'acide sulfurique.

» Cette réaction permet, en opérant ainsi que nous l'avons dit (*Comptes rendus*, p. 1205), de déceler des quantités extrêmement faibles de chlore. Nous avons cependant constaté depuis que la sensibilité obtenue n'est pas constante et qu'elle est plus ou moins grande, suivant l'échantillon d'aniline employé pour la préparation du réactif.

» Avec l'aniline pure et l'acide chlorhydrique, on obtient du noir d'aniline si le chlore est en grande quantité, une teinte brune et assez peu marquée, s'il n'y en a que des traces. Avec certaines anilines commerciales, au contraire, les quantités les plus faibles de chlore déterminent une belle coloration bleue, puis rouge, très intense. Nous avons donc été amenés à penser que cette dernière coloration devait être attribuée à des impuretés de l'aniline, ce qui nous a conduits à essayer séparément l'action du chlore sur les bases supérieures, toluidines et xylidines. Ces essais nous ont montré que les colorations que l'on peut observer avec les réactifs présentant la plus grande sensibilité sont dues à la présence de l'orthotoluidine dans l'aniline. En remplaçant l'aniline par l'orthotoluidine dans la préparation du réactif, on obtient, avec les chlorures, une magnifique coloration bleue, devenant rouge-violet à chaud ou à froid au bout de quelque temps.

» Cette réaction est encore très nette avec une quantité de chlore inférieure à $\frac{1}{10}$ de milligramme. Il semblerait donc que l'orthotoluidine devrait être substituée à l'aniline. Mais l'emploi de ce corps présente un inconvénient. Le précipité bromé que l'on obtient avec les bromures ne reste pas absolument blanc, même en l'absence complète de chlore, contrairement à ce qui a lieu quand on fait usage de l'aniline; mais il paraît se décomposer partiellement et se colore d'une manière sensible, surtout à chaud. Il est vrai que la liqueur séparée du précipité par filtration est à peu près incolore; cependant, on peut encore observer une légère teinte; de même,

la liqueur obtenue lorsque l'on passe par le traitement à l'azotate d'argent, l'ammoniaque et l'hydrogène sulfuré n'est pas complètement incolore. On voit donc que si la substitution de l'orthotoluidine à l'aniline permet d'obtenir des colorations plus intenses avec une même quantité de chlore, elle peut, en revanche, laisser quelque indécision dans l'esprit lorsqu'il s'agit de rechercher des traces extrêmement faibles de chlore, inférieures à $\frac{1}{10}$ de milligramme.

» On peut facilement remédier à cet inconvénient, en employant un réactif contenant à la fois de l'aniline et de l'orthotoluidine, soit :

Solution aqueuse saturée d'aniline incolore........	100^{cc}
» d'orthotoluidine.........	20
Acide acétique cristallisable......................	30

» Il ne se forme plus, dans ce cas, si le réactif est en excès (soit environ 5^{cc} pour 0^{gr},1 du mélange des corps hologènes), de toluidine bromée, mais de l'aniline bromée, stable et parfaitement blanche, en l'absence du chlore, et, soit que l'on opère directement, soit que l'on passe par la précipitation à l'état de sels d'argent et le traitement par l'ammoniaque et l'hydrogène sulfuré, on n'observe jamais de coloration bleue ou rouge dans la liqueur. Ce réactif donnera, d'une manière constante, une indication très nette du chlore, lorsque la proportion de ce dernier sera égale à 0^{gr},1 et même $\frac{1}{10}$ de milligramme; en l'absence du chlore, les résultats seront complètement négatifs.

» L'action ménagée du chlore sur l'orthotoluidine pure en solution acide paraît être un moyen très simple et très rapide de préparer certaines safranines. Les matières colorantes violettes que l'on obtient présentent, en effet, tous les caractères de ces corps. L'addition de l'acide sulfurique concentré les fait passer au bleu, puis au vert. Cette dernière liqueur reprend sa couleur primitive par addition d'eau.

» Inversement, l'action du chlore sur une solution acide d'aniline permet de caractériser rapidement, dans cette dernière, la présence de l'orthotoluidine lorsque cette dernière y est contenue en proportion assez notable. L'addition de quelques gouttes d'eau de chlore détermine, en effet, une coloration brunâtre si l'aniline est pure, bleue, puis violette, en présence de l'orthotoluidine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les émétiques.* Mémoire de M. E. **Maumené.**

« *Émétique d'argent.* — C'est celui dont Dumas et Piria, par une étude spéciale, ont déduit la preuve de la vraie formule de l'acide tétrafHique (tartrique) anhydre $C^8H^2O^8$. Le sel séché à 160° où il perd :

4,25	pour 100 d'eau d'après Walquist,
4,279 / 4,400	pour 100 d'eau d'après Dumas et Piria,

traité par HS (dans l'alcool), filtré pour séparer $SbS^{2,5}$ et $AgS^{1,035}$, donne après évaporation des cristaux dont l'analyse répond *à l'acide ordinaire.*

» La loi générale conduit à modifier un peu la formule, qui est exactement

$$C^{8,2}H^2O^{8,28} = 117,04.$$

$C^{8,2}$	49,2	13,14	12,32
H^2	2	0,53	1,20
$O^{8,23}$	65,84	17,58	22,03
$(SbO^3)^{1,005}$	144,82	38,67	36,25
$(AgO)^{0,971}$	112,64	30,08	28,20
	374,50	100,00	
$\frac{1}{5}$ de ce poids $= (HO)^{2,774}$	24,97		6,25
	399,47		100,00

» L'exactitude de ces nombres est prouvée :

» 1° Par la combustion, Dumas et Piria ont trouvé : $C = 12,139$ (moyenne de 3 dont une a donné 12,27) et $H = 1,101$ (moyenne des 3);

» 2° Par les dégagements d'eau. De $\frac{1}{15}$ elle a été réduite à $\frac{5}{251}$, soit de 7,46 à 24,97; dégagement $24,97 - 7,46 = 17,51 = 4,383$ pour 100 (ou $4,400 - 0,017$);

» 3° Et surtout par le manque d'AgO. Dumas et Piria l'ont évalué en AgCl. 2,584 ont donné seulement 897 de ClAg.

L'hypothèse classique exige	945,9	différence + 48,9
La loi générale	901	différence + 4,0

» *Émétique de soude.* — Formule vraie :

$$C^{8,2}H^2O^{8,23}(SbO^2)^{1,115}(NaO)^{1,115} = 313,09$$
$$\tfrac{3}{29} \text{ de ce poids} = (HO)^{3,599} \qquad - \ 32,39$$
$$345,48$$

» Cette formule donne

		Trouvé.			
C.........	14,24	14,32	et	HO.........	9,37
H.........	1,56	1,63			

» A 220°. L'eau est réduite au $\frac{1}{127} = 2,465$.

	Trouvé.
Dégagement $32,39 - 2,465 = 29,925 = 8,66$	8,40

» Dumas et Piria croyaient la perte totale d'après leur calcul basé sur les poids atomiques d'alors : ils calculaient

$$\frac{3\,HO = 27}{316} = 8,54 \text{ (plus approché de 8,66 que de 8,40)}$$

» Les 2,465 d'HO ne partent qu'à la température de pyrolyse.

» *Émétique de potassium* (émétique ordinaire). — Formule admise par Dumas et Piria :

				Loi générale.			Trouvé (calcul actuel(.	
C^8...	48	13,71		49,2	49,2	14,29	14,297	13,953
H^6...	6	1,43		2	5,587	1,61	1,519	1,453
O^{12}...	96			65,84	94,55	27,46		
SbO^3.	152,96			147,05	147,05	42,70		
KO...	47,2			48,00	48	13,94		
	350,16	100,00		312,09				
			$(HO)^{3,587\,\frac{3}{29}}$	32,28				
				344,37	344,38	100,00		

» A 100°. L'eau est réduite à $\frac{11}{117} = 29,30$

Dégagement $32,28 - 29,30 = 2,98$. Trouvé 2,73.

» A 220°. L'eau est réduite au $\frac{1}{63} = 4,95$

Dégagement $29,30 - 4,95 = 24,35 = 7,07$
Total $32,28 - 4,95 = 27,33 = 7,93$

Dumas et Piria, croyant 3 HO, calculaient $\frac{27}{350,16} = 7,71$.

» A 220° le sel retient $\frac{1}{64}$ de son poids hydraté $= 4,80$ parties ou 1,56 pour 100.

» *Émétique de plomb*. — Formule Dumas et Piria :

				Trouvé.			Loi générale.		
C^8...	48	11,21	12,11	12,09	12,31	49,2	11,50		12,26
H^4...	4	1,12	0,98	1,08	1,19	2	46	7,944	1,12
O^{10}..	80	18,68				65,84	15,38		
SbO^3.	152,96	35,74				144,82	33,84		
PbO.	111,56	26,06				112,64	26,32		
	396,42					374,50			
et supposant $(HO)^{3,5}$	31,5	7,19			L'eau $(HO)^{5,944}$	53,50	12,50		
	427,92	100,00				428,00	100,00		

» 1° A 100°. Seul moyen de l'amener à un état bien constant, l'eau est réduite au $\frac{1}{15}$ de 374,50 = 24,97

$$\text{Dégagement } 53{,}50 - 24{,}97 = 28{,}53 \quad \frac{28{,}53}{4{,}28} = 6{,}666$$

Dumas et Piria ont obtenu 7,19

» 2° A 220°. L'eau est réduite au $\frac{1}{63} = 5{,}94$. Dégagement 19,03 — = 4,762

Trouvé : à 220° 4,82

à 230° 4,80

Perte totale *apparente* 6,666 + 4,762 = 11,428. Trouvé 11,72

» 3° Le sel chauffé à 100° a donné (calcul actuel) C = 12,32, H = 1,19.

» 4° Le sel chauffé à 220°, 230° a donné de même les nombres voulus par la loi.

» Ces faits, comme ceux relatifs à l'émétique de baryte (*Comptes rendus*, 13 novembre 1893) et à presque tous les tétrafHates (tartrates), imposent les conclusions suivantes :

» Dans un acide, un sel, un composé quelconque, l'eau n'a jamais un rôle double : eau de combinaison, eau de cristallisation ; elle est unie d'une seule masse au corps anhydre dans les rapports de la loi générale.

$$\frac{1}{1},\ \frac{2}{7},\ \frac{5}{3},\ \frac{21}{11},\ \frac{11}{5},\ \frac{3}{1},\ \frac{13}{3},\ \ldots,\ \frac{7}{1},\ \ldots,\ \text{ou les inverses } \frac{7}{9},\ \frac{3}{5},\ \ldots.$$

Elle se dégage à des températures plus ou moins élevées suivant ces rapports.

» Un acide anhydre est celui dont on peut séparer le maximum d'eau sans lui faire perdre son caractère essentiel, celui dont il est encore pourvu en lui rendant l'eau.

» La remarque de Berzélius d'un rapport constant entre l'oxygène de l'acide et celui des bases n'est pas rigoureuse ; elle ne peut plus être admise. Avec $O^{8,23}$ dans l'acide des émétiques, on peut trouver $O^{0,92}$ dans le sel de lithine et $O^{4,037}$ dans l'émétique ordinaire de potasse.

» La composition de tous les corps, sans la moindre exception, est soumise à la loi générale des actions du mélange et à nulle autre.

» Les remplacements des corps les uns par les autres, désignés par le nom de *substitutions*, présentent toujours les rapports dont nous parlons, et dont les deux termes varient uniquement d'après les masses en action.

» Les isomères, dont le nombre est plus ou moins grand dans les composés de toute nature, varient suivant les condensations moléculaires et l'union des corps condensés avec d'autres dans les rapports de la loi générale.

» On explique ainsi naturellement les faits de remplacement, ceux de

simple addition et tous les faits de la Chimie, surtout de la *Chimie organique*. Les expériences de décomposition provisoire (dissociation) prouvent la séparation des constitutions de tout composé dans les rapports de la loi générale.

» La Thermochimie doit être interprétée en appliquant aux actions chimiques les formules de la loi générale sous peine d'entraîner les plus graves erreurs.

» La Cryoscopie n'est d'aucune utilité sérieuse pour expliquer les actions chimiques : deux corps dont A et B sont les poids moléculaires agissent toujours à poids égaux A et nB; que le poids de A soit A^2, il agira avec $(nB)^2$, et jamais il n'est nécessaire de distinguer. »

MINÉRALOGIE. — *Notice préliminaire sur un genre inverse des pierres météoriques communes*. Note de M. G. **Hinrichs**, présentée par M. Daubrée.

« A la première vue d'une collection de météorites pierreuses ([1]), on remarque un contraste entre la croûte qui est noire et la masse qui est ordinairement grisâtre, passant du blanc (Utrecht, Linn County) au noir (Tadjera). De plus, on sait que la croûte noire est le résultat d'un métamorphisme produit par la chaleur, la masse des pierres météoriques devenant noire par simple échauffement avec exclusion de l'air. L'épaisseur de la croûte marque assez bien la limite de pénétration dans la masse pierreuse de la température nécessaire pour ce métamorphisme.

» Après avoir répété un grand nombre des expériences intéressantes de M. S. Meunier ([2]) sur ce sujet, j'ai dû considérer la couleur noirâtre des masses météoriques comme l'indice d'une température élevée. Ayant eu entre mes mains, il y a trois mois, un petit fragment d'une prétendue météorite nouvelle, j'y reconnus une couche blanche et une matière presque noire, contenant des grenailles de fer natif. J'ai dû croire que les parties blanches formaient le commencement de la masse non métamorphique et que la matière noire représentait des bandes métamorphiques de la météorite.

» En attendant l'arrivée d'un échantillon plus grand, l'examen minutieux du petit échantillon bouleversa ces vues trop générales sur le

---

([1]) Daubrée, *Expériences synthétiques relatives aux météorites*, p. 6. Paris, 1868.
([2]) *Géologie comparée*, p. 156-170. Paris, 1874.

métamorphisme thermique de la matière pierreuse des météorites. Un échantillon plus grand, que j'ai reçu depuis, m'a bien montré que la météorite dont il s'agit est le premier représentant d'un genre nouveau qui est exactement l'inverse des pierres météoriques connues jusqu'à présent, car la masse de cette météorite est presque noire, tandis que sa croûte véritable est blanche. Plaçant autour de cette météorite inverse mes échantillons d'Utrecht, de Linn County, de Montréjeau et d'Aumale, le contraste est saisissant.

» Sans doute, la croûte de la météorite de Bishopsville est décrite comme blanche; mais sa masse de chladnite ([1]) est de la même couleur. D'après M. Brezina ([2]), les autres espèces de chladnite ont une croûte grisâtre ou jaunâtre, correspondant à la masse de la pierre elle-même.

» Reste à déterminer la composition chimique de la croûte blanche de la nouvelle météorite. Comme je n'avais que très peu de matière, j'ai dû avoir recours à des expériences microchimiques et spectroscopiques. Une minime partie de la croûte, sur laquelle l'évidence de la fusion est déjà reconnaissable par l'examen à la loupe, mise en contact avec l'acide muriatique, fait effervescence, puis se dissout complètement, sans aucune odeur; le spectroscope ne montrait que le calcium dans cette solution; la solution, répétée sur l'argent, noircit le métal. Donc la croûte contient du monosulfure de calcium, qui est presque insoluble dans l'eau. Ce composé n'appartient pas aux minéraux de la Terre, mais il a été trouvé par Maskeline (qui l'a appelé *oldhamite*) dans quelques météorites, notamment dans Busti (1852) ([3]).

» Pour compléter l'étude préliminaire de la croûte blanche de cette météorite noire, il fallait produire la croûte artificiellement. Après quelques tâtonnements j'ai réussi de la manière simple que voici.

» La masse noire étant dure et cassante, on en obtient facilement des écailles très minces et assez étendues, mesurant de 5^{mm} à 10^{mm}. Une telle écaille étant placée dans la pincette de platine et tenue pendant quelques instants perpendiculairement à la flamme du chalumeau, un peu au delà du point le plus chaud, j'ai trouvé la face de derrière de l'écaille enduite d'une croûte blanche identique avec la croûte naturelle de la nouvelle mé-

---

([1]) G. Rose, *Meteoriten*, p. 122; Berlin, 1864.

([2]) *Die Meteoriten Sammlung in Wien*, p. 24; Wien, 1885.

([3]) Toutefois on peut se demander si cette matière blanche ne résulte pas d'une infiltration dans les fissures.

A. D.

téorite. Quoique je m'attendisse à voir la croûte blanche se former sur la face noire de l'écaille, j'ai vu le contraste produit par cette expérience si simple avec autant d'étonnement que de satisfaction.

» Immédiatement au-dessous de la croûte blanche et fondue, on distingue une bande mince et assez uniforme d'une couleur brune, représentant un métamorphisme de la pierre produite par la simple chaleur.

» La masse de cette météorite nouvelle est assez semblable à celle de la tadjérite, à part la présence de l'oldhamite. L'examen d'un fragment, pesant $1^{gr},5$, m'a donné 3,44 pour la pesanteur spécifique; j'ai pu extraire 8 pour 100 de fer météorique, dont un tiers était en grains assez gros, pesant chacun $0^{gr},01$, etc. La masse est riche en troïlite, presque aussi abondante que le fer. La masse pierreuse contient plus de péridot que de pyroxène. L'examen des écailles fait voir des parties cristallines transparentes, brunâtres, jaunâtres et incolores. L'analyse de la masse s'accorde assez bien avec celle de la tadjérite pyroxénée par M. Meunier.

» Je n'ai pas encore pu obtenir toutes les données nécessaires sur la chute de cette météorite, dont la totalité pesant 25^{kg} doit m'être envoyée prochainement d'une région assez éloignée. J'aurai l'honneur d'en présenter une partie à l'Académie. Pour le moment, j'accompagne cette Note de deux petits échantillons, qui suffisent pour vérifier mes observations préliminaires. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *De l'influence des composés du fluor sur les levures de bières*. Note de M. **J. Effront**, présentée par M. Duclaux.

« Dans un travail précédent, j'ai démontré que, lorsqu'on cultive les levures de bières dans un milieu contenant des composés du fluor, on aboutit finalement à les accoutumer à ces antiseptiques et à les amener à un état d'accoutumance tel que leurs cellules peuvent résister à des doses de fluor que ne supporteraient pas les levures non accoutumées : celles-ci perdraient immédiatement leur pouvoir-ferment.

» L'accoutumance des levures à l'antiseptique produit un grand changement dans la vie physiologique de la cellule. On constate qu'elle devient beaucoup moins apte à se reproduire, sa multiplication se ralentit, mais en même temps elle acquiert une exaltation beaucoup plus prononcée dans son pouvoir-ferment : l'énergie fermentescible est fortement augmentée.

» J'ai pu observer ces modifications dans un grand nombre d'expériences, que j'ai faites avec différentes races de levures, et il m'a paru intéressant de rechercher si cette accoutumance aux antiseptiques n'a pas pour conséquence de modifier leur travail chimique.

» A cet effet, j'ai cherché à établir, avant tout, les rapports qui existaient entre les proportions d'anhydride carbonique et d'alcool fournies par les levures accoutumées et celles que produisent les levures non accoutumées.

» Dans le cours de ces expériences, faites avec divers moûts, j'ai pu constater qu'en réalité ce rapport varie suivant que l'on fait usage de levures accoutumées ou non accoutumées.

» La différence, il est vrai, est peu considérable; mais elle fut constante pour tous les essais malgré l'emploi de moûts divers, de levures différentes et de conditions variables.

» Voici quelques données sur ces expériences :

» Un moût, saccharifié par du malt, fut partagé en deux parts d'un litre chacune.

» L'une fut ensemencé avec de la levure accoutumée à l'acide fluorhydrique; l'autre le fut avec la même levure, mais cette partie de levure n'avait pas subi l'accoutumance.

» Les deux échantillons furent introduits dans des flacons, bouchés au moyen de bouchons traversés par un tube courbé et aboutissant dans un petit flacon laveur; les deux flacons, avec leurs bouchons et tubes, furent pesés avant et après la fermentation.

» J'ai déterminé l'alcool formé et le rapport entre la proportion d'alcool et l'anhydride carbonique :

	Levure	
	accoutumée.	ordinaire.
Alcool pour 1000^{cc}	115^{cc}	$111^{cc},5$
Anhydride carbonique	84	83,51
Rapport	73,1	74,9

» Par rapport, j'entends le poids de l'anhydride carbonique formé par rapport à 100^{cc} d'alcool.

» La proportion d'anhydride carbonique, formée par les levures accoutumées, ne correspond pas à la quantité théorique; mais dans tous les essais que j'ai faits, et cela sans aucune exception, j'ai toujours trouvé pour ce

rapport un chiffre inférieur de deux ou trois unités à ce qu'il est pour le levures non accoutumées.

» La différence dans ces rapports entre l'alcool et l'anhydride carbonique tient évidemment au mode différenciel de la transformation du sucre. L'expérience directe a complètement confirmé cette manière de voir.

» J'introduisis dans deux séries de flacons les mêmes quantités de moût contenant 15 pour 100 de glucose; tous reçurent les mêmes proportions de levures et furent mis à fermenter dans des conditions identiques.

» Dans la première série, l'ensemencement se fit avec des levures ordinaires; dans la seconde, je fis usage de levures de la même provenance, mais qui avaient subi préalablement le traitement par le fluor. Après quatre jours de fermentation, je déterminai la quantité de sucre restant dans le moût, la quantité d'alcool formé, ainsi que le rapport entre le sucre disparu et l'alcool formé.

	Levure	
	accoutumée.	ordinaire.
	gr	gr
Glucose restant	0,55	1,21
Alcool formé	7,29	6,67
Alcool pour 100 de glucose disparu	50,49	48,37

» La levure ordinaire a fourni, pour 100 de sucre disparu, 48gr,37 d'alcool. Ce chiffre se rapproche très près de l'équation de Pasteur. La levure accoutumée, au contraire, a donné une quantité plus grande d'alcool; celle-ci se rapproche des chiffres qui correspondent aux indications théoriques de la fermentation.

» Les différences observées dans les deux séries de fermentations ne peuvent provenir que de ce fait, c'est que dans l'une il se produit plus de glycérine et d'acide succinique que dans l'autre; aussi j'ai pu les constater et les retrouver dans les proportions de glycérine et d'acide succinique qui se sont formées dans les deux cas.

» Voici les résultats des déterminations de la glycérine, de l'acide succinique et de l'alcool, après fermentation, dans des moûts fermentés, les uns avec de la levure ordinaire, les autres avec de la levure accoutumée.

	Levure accoutumée		Levure ordinaire	
	Moût concentré.	Moût dilué.	Moût concentré.	Moût dilué.
	cc	cc	cc	cc
Alcool pour 100	12,7	10,1	12,5	9,3
Glycérine	0,065	0,019	0,75	0,257
Acide succinique	0,011	0,0032	0,132	»

» Dans les moûts fermentés avec de la levure accoutumée on trouve, en réalité, considérablement moins de glycérine et d'acide succinique que dans ceux qui ont fermenté sous l'influence de la levure ordinaire.

» Ce qui précède démontre donc péremptoirement que l'accoutumance des levures aux composés fluorés a pour conséquences de modifier notablement le travail chimique des cellules. L'augmentation de l'alcool, la diminution de la production de la glycérine et de l'acide succinique doivent donc être attribuées à la manière différente d'agir des levures suivant qu'elles ont, ou non pas été accoutumées aux composés fluorés. »

ANATOMIE. — *Anatomie du tube digestif des Hyménoptères.* Note de M. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le tube digestif des Hyménoptères adultes, bien que présentant de nombreuses circonvolutions dans certaines tribus (*Bombinæ, Apinæ, Vespinæ,* etc.), comprend néanmoins, dans l'ordre tout entier, les mêmes parties, reconnaissables à leur forme et à leur structure. Ces diverses parties, au nombre de six, sont : le *pharynx,* l'*œsophage,* le *jabot,* l'*appareil masticateur,* l'*intestin moyen* et l'*intestin postérieur* ou *terminal.*

» 1° Le *pharynx,* qui fait suite à la bouche, est rectangulaire ou trapézoïdal, à parois supérieures épaisses et musculaires. Il est pourvu, à sa face inférieure et en avant, d'une plaquette chitineuse, au-dessous de laquelle sont suspendues les *glandes sublinguales.* Des coins postérieurs et externes de la lamelle partent deux appendices styloïdes, de longueur variable, destinés à soutenir les parois pharyngiennes.

» 2° L'*œsophage,* qui vient ensuite, est tantôt long (*Sphecinæ, Ichneumoninæ,* etc.), tantôt relativement court et cylindrique (*Apidæ, Vespidæ,* etc.). Il sert à unir le pharynx au jabot.

» 3° Le *jabot,* qui n'est qu'une dilatation postérieure de l'œsophage, est ovoïde ou sphérique. Ses parois, minces et transparentes, comprennent : une couche chitineuse, plissée et incolore, et une enveloppe musculaire, formée par des fibres circulaires et des fibres longitudinales.

» 4° L'*appareil masticateur* (gésier de Dufour), organe caractéristique des Hyménoptères, se retrouve dans toutes les familles, et n'apparaît, considérablement modifié, que chez quelques *Tenthredinidæ.* Il se compose de quatre lèvres chitineuses, épaisses, pourvues d'un système musculaire vo-

lumineux, limitant, en avant, un orifice cruciforme et revêtues, à leur face interne, d'une membrane chitineuse, portant de nombreux piquants ou dents coniques. Il se prolonge, dans l'axe de l'intestin moyen, par un appendice vermiforme, sinueux, souvent fort long. Des coupes longitudinales et transversales, faites dans ces organes, présentent à considérer : une *intima chitineuse,* fortement colorée et très épaisse au sommet de chaque lèvre; une *couche cellulaire,* mince à ses deux extrémités, épaissie vers sa région médiane et composée de cellules presque cubiques; une enveloppe, peu épaisse, de *fibres longitudinales;* enfin, superposée à ces dernières, existe une épaisseur, beaucoup plus considérable, de *fibres musculaires circulaires.* Les fonctions de l'appareil masticateur sont importantes, puisqu'il sert à broyer les substances nutritives insuffisamment écrasées par les mandibules et surtout à régler, à l'aide de contractions musculaires, le passage des aliments dans l'intestin moyen. Quant à l'appendice vermiforme, qui existe également dans toutes les familles, il a uniquement pour but d'empêcher le retour, pendant les contractions intestinales, des substances nutritives, de cette partie du tube digestif, dans le jabot.

» 5° L'*intestin moyen* (ventricule chylifique de Dufour) est un tube cylindrique, très long et très sinueux (*Apidæ, Vespidæ*), parfois court et presque rectiligne (*Crabroninæ, Sphecinæ, Ichneumoninæ,* etc.). Il présente, dans toutes les espèces, de nombreux bourrelets annulaires, dus à des replis internes de l'épithélium sécréteur. La structure de l'intestin moyen, assez complexe, comprend : 1° une *couche chitineuse striée,* due à l'accolement des plateaux qui surmontent chaque cellule; 2° un *épithélium glandulaire,* formé de cellules allongées et cylindriques aux sommets des replis et presque cubiques dans les cryptes intermédiaires; 3° une *membrane basilaire* très mince; 4° une couche de fibres *musculaires circulaires* et 5° une couche externe de *muscles longitudinaux.* Cette structure histologique, observée chez les *Vespinæ, Bombinæ, Polistinæ, Sphecinæ,* etc., concorde avec celle que Leydig, P. Schiemenz et J. Frenzel ont constatée chez divers autres insectes.

» 6° L'*intestin postérieur* ou *terminal,* quelquefois long et tortueux (*Bombinæ, Vespinæ,* etc.), est généralement court. Plissé dans le sens longitudinal, il présente, en avant, un léger bourrelet annulaire sur lequel sont insérés les tubes de Malphigi, et, en arrière, une vaste dilatation, le *rectum,* sur les parois de laquelle sont disposés six replis internes glandulaires, allongés ou sphériques, placés sur une ou deux lignes circulaires,

constituant les *glandes rectales*. Enfin, l'appareil se continue par un appendice tubuleux, fort court, débouchant à l'orifice anal.

» La structure de *l'intestin terminal* ne diffère de celle de l'intestin moyen que par la forme de son épithélium, sa couche chitineuse et ses muscles longitudinaux. Ces derniers manquent parfois et, quand ils existent, ils ne comprennent que quelques fibrilles, localisées particulièrement en arrière de la ligne de contact de l'épithélium avec la couche circulaire.

» Chaque bourrelet, constituant les *glandes rectales*, comprend une bordure de grosses cellules allongées, prismatiques, hexagonales, à parois épaisses, dont le nombre est compris entre 25 et 30 (*Vespa crabro, V. germanica*, etc.), et recouvertes d'une couche chitineuse plus ou moins épaisse. Chaque cellule, étroitement soudée à ses voisines, possède un protoplasme granuleux et un gros noyau fusiforme ou ovale, pourvu de 6 à 10 nucléoles. Cette bordure glandulaire, disposée en fer à cheval, repose sur une mince *membrane basale*, limitant un espace semi-circulaire. Enfin, vers l'extérieur existe un riche réseau trachéen et des couches formées par des *muscles annulaires* et des *muscles longitudinaux*.

» L'espace qui relie chaque glande rectale est pourvu de nombreux replis, allongés, cylindriques ou coniques. »

ZOOLOGIE. — *Sur la présence d'une capsule à filament dans les spores des Microsporidies*. Note de M. **P. Thélohan** (¹), présentée par M. Edmond Perrier.

« Au cours de mes recherches sur les Myxosporidies, j'ai eu l'occasion d'observer un certain nombre de ces parasites dont les spores, par leurs caractères extérieurs, rappellent d'une façon frappante celle des Microsporidies.

» Cette ressemblance était telle que j'hésitai d'abord sur la véritable nature de ces organismes, et que je ne fus fixé à ce point de vue qu'après avoir réussi à constater dans leurs spores la présence de capsules renfer-

---

(¹) Travail du laboratoire de M. le professeur Balbiani, au Collège de France.

Ces observations ont été faites sur des Microsporidies provenant de vers à soie pébrinés que je devais à l'obligeance de M. le professeur Valery Mayet, de Montpellier, qui a bien voulu m'en faire parvenir à plusieurs reprises. Je le prie de vouloir bien agréer ici l'expression de mes meilleurs remercîments.

mant un filament déroulable, éléments qui, comme on le sait, sont caractéristiques des Myxosporidies ([1]).

» En présence de ce fait, j'ai été naturellement amené à me demander si les spores des Microsporidies, absolument identiques d'aspect à celles dont je viens de parler, ne présentaient pas la même structure et ne renfermaient pas également une capsule à filament.

» Après un grand nombre d'essais infructueux, je suis parvenu à résoudre cette question qui présentait une certaine importance au point de vue des affinités de ces organismes.

» En traitant des spores du parasite de la pébrine par de l'acide nitrique presque pur, j'ai constaté que ces éléments présentent une constitution tout à fait analogue à celles des Myxosporidies que j'ai réunies dans la famille des Glugéidées ([2]).

» Sous l'influence du réactif on voit l'enveloppe de la spore se gonfler et atteindre le double de son volume primitif, en même temps qu'elle devient extrêmement pâle. A l'intérieur de la spore on voit alors apparaître nettement une capsule piriforme, très réfringente, qui occupe plus des deux tiers de la longueur de la cavité et aux côtés de laquelle on observe deux ou trois petits amas de protoplasma coagulé sous l'influence de l'acide. Un de ces petits globules se trouve presque constamment à la même place, au voisinage du point où l'extrémité effilée de la capsule vient se fixer à l'enveloppe.

» Enfin, dans un assez grand nombre de spores, on constate la sortie d'un filament qui atteint trois ou quatre fois la longueur primitive de la spore, soit 12 à 14 μ. En rapport avec cette sortie du filament on trouve la capsule diminuée de volume et, surtout, beaucoup moins réfringente.

» Une des difficultés de cette observation provient du très petit volume de ces spores et de l'extrême ténuité du filament. Le meilleur procédé pour obtenir des aspects d'une netteté suffisante consiste, après l'action de l'acide, à laisser pénétrer quelques bulles d'air sous la lamelle et à considérer les spores qui se trouvent à leur niveau. On obtient ainsi des préparations absolument démonstratives.

([1]) Thélohan, *Sur deux Sporozoaires nouveaux parasites des muscles des Poissons* (*Comptes rendus,* janvier 1891). — *Note sur la* Glugea microspora (*Comptes rendus de la Société de Biologie,* 1892).

([2]) Thélohan, *Observations sur les Myxosporidies et essai de classification de ces organismes* (*Bulletin de la Société philomathique;* 1892).

» On voit que la spore des Microsporidies présente tout à fait la même constitution que celle de certaines Myxosporidies (Glugéidées). En raison de ce caractère, ces organismes doivent être considérés comme appartenant à ce dernier groupe. »

BOTANIQUE. — *Sur la structure des plantes du Spitzberg et de l'île Jan-Mayen.* Note de M. **Gaston Bonnier**, présentée par M. Duchartre.

« Ayant eu, grâce à l'obligeance de M. Charles Rabot, un nombre suffisant de plantes arctiques conservées dans l'alcool, j'ai recueilli et conservé de la même manière des échantillons pris dans les Alpes à de hautes altitudes, et je me suis proposé de comparer la structure des individus de la même espèce, les uns venant du Spitzberg ou de l'île Jan-Mayen, et les autres recueillis dans diverses localités alpines. Prenant comme point de départ les échantillons récoltés par M. Rabot, j'ai choisi dans les montagnes des échantillons comparables au point de vue du développement. J'ai pu avoir ainsi à ma disposition des individus assez nombreux d'une vingtaine d'espèces de Phanérogames, qui se trouvent à la fois dans la flore arctique et dans la flore alpine.

» Si l'on considère une espèce donnée, commune à ces deux flores, on sera frappé, comme Ramond l'a fait remarquer le premier, des conditions différentes dans lesquelles se trouvent placés les représentants arctiques de cette espèce et ses représentants alpins. Au point de vue des intégrales de température et de l'humidité du sol, les plantes de cette même espèce peuvent se trouver dans des conditions assez analogues de part et d'autre; mais, en considérant l'humidité de l'air et le mode d'éclairement, on constate une remarquable inégalité dans le milieu physique extérieur.

» En effet, à mesure qu'on s'élève dans les hautes régions des Alpes, l'air devient de plus en plus sec, tandis qu'à mesure qu'on atteint les latitudes de plus en plus élevées, l'air devient de plus en plus humide. C'est ce qui résulte, par exemple, des mesures de l'humidité de l'air faites par l'expédition austro-hongroise, en 1882 et 1883, à l'île Jan-Mayen, par l'expédition suédoise, pendant les mêmes années, au Spitzberg, et par M. Joseph Vallot sur la chaîne du mont Blanc. D'autre part, tandis que les plantes alpines sont soumises à un éclairement alternatif, très vif pendant la journée et nul à minuit, dans une atmosphère ordinairement dé-

pourvue de brumes, les plantes arctiques sont exposées à une lumière incessante et généralement peu intense, au milieu d'un brouillard presque continuel.

» J'ai examiné comparativement les divers organes de nombreux échantillons se rapportant à dix-neuf espèces, représentées à la fois dans la flore arctique et dans la flore alpine, et j'ai trouvé dans leur structure des différences concordantes, plus ou moins marquées suivant les espèces, qui semblent devoir être rapportées directement aux différences que présente le milieu extérieur dans les deux cas.

» Les tiges, les rhizomes, les racines, et même les fleurs ou les fruits, offrent des structures différentes souvent très remarquables, mais je ne parlerai dans cette Note que des caractères très importants que présentent les feuilles.

» A ne considérer que la forme extérieure, un échantillon arctique se distingue ordinairement d'un échantillon alpin de la même espèce par ses feuilles plus épaisses et plus charnues, par le moindre développement de ses parties aériennes, même si on le compare aux individus recueillis vers les limites de la végétation dans les Alpes, au Jardin de la Mer de Glace par exemple. C'est ainsi que le *Saxifraga oppositifolia* ne montre, à la surface du sol, que quelques paires de feuilles arrondies qui lui donnent l'aspect d'une minime plante grasse, tandis qu'il étale ordinairement dans les Alpes des rameaux portant d'assez nombreuses paires de feuilles assez coriaces et nettement aplaties.

» Mais si l'on étudie des coupes de feuille pratiquées en des régions comparables, on trouve dans la structure interne des différences plus marquées. Les feuilles de la Saxifrage dont je viens de parler sont constituées, chez les échantillons arctiques, par un parenchyme presque entièrement lacuneux entouré d'un épiderme à cuticule peu épaisse, tandis que tous les échantillons alpins de la même espèce présentent des feuilles plus minces, à tissu en palissade surmontant un tissu un peu plus lâche, mais sans grands méats, entouré par un épiderme mieux marqué, à cuticule plus épaisse; de plus, les nervures ont des tissus un peu plus différenciés.

» L'*Oxyria digyna* a les feuilles d'un tiers plus épaisses en moyenne au Spitzberg et à Jan-Mayen que dans les Alpes. Le tissu en palissade très net et très compact, dans les plantes alpines, est lâche et peu indiqué, avec lacunes entre les cellules dans les plantes arctiques; le tissu inférieur, à peine lacuneux dans les premières, renferme chez les secondes de larges cham-

bres à air séparées les unes des autres par des trabécules formées de files de cellules.

» Les différences sont plus accentuées encore chez le *Silene acaulis*, espèce particulièrement intéressante à cause de son polymorphisme dans la région alpine. Quelle que soit la forme extérieure et la grandeur des feuilles des échantillons alpins, toutes ont un parenchyme serré et à tissu palissadique différencié, tandis que celles provenant du Spitzberg ou de Jan-Mayen présentent un parenchyme lacuneux presque homogène et beaucoup plus épais.

» L'une des espèces qui présentent le moins de différences au premier aspect est le *Salix reticulata;* toutefois, en comparant attentivement la structure du limbe des feuilles pour les échantillons provenant des deux régions, il est facile de reconnaître que tous les individus arctiques offrent, par rapport aux individus alpins, un tissu palissadique moins développé, moins compact et une cuticule moins épaisse.

» Les *Ranunculus glacialis, Cerastium alpinum, Saxifraga aizoides, Taraxacum Dens-leonis, Poa pratensis,* etc., présentent aussi des différences dans le même sens.

» A quoi doit-on attribuer les différences observées?

» On sait que, si l'on place les feuilles de la même espèce dans un air humide, le tissu en palissade est moins accentué et la cuticule est moins développée, comme M. Lothelier l'a démontré expérimentalement [1]; mais les feuilles sont moins épaisses dans l'air humide. D'autre part, en éclairant pendant longtemps les mêmes plantes à la lumière électrique continue et à la même lumière discontinue, interrompue chaque jour par douze heures d'obscurité, j'ai obtenu des feuilles plus épaisses dans le premier cas que dans le second.

» Il en résulte qu'on peut admettre que la simplification de la structure, le développement des lacunes et la moindre épaisseur de la cuticule chez les échantillons arctiques sont dus à l'air humide au milieu duquel elles croissent et que l'épaisseur plus grande des feuilles chez ces mêmes plantes peut être attribuée à l'éclairement continu. Sur ce dernier point, il y a peut-être aussi à tenir compte de l'influence du sel, que les tempêtes mêlent souvent à la neige jusqu'à de grandes distances dans les régions arctiques.

» En résumé, on peut conclure que :

» 1° *Les plantes arctiques comparées aux plantes alpines de même espèce*

---

(1) *Revue générale de Botanique*, 1893.

sont plus épaisses et présentent une structure différenciée et renferment de plus nombreuses lacunes ;

» 2° *L'humidité plus grande de l'air et le mode d'éclairement différent doivent jouer le rôle principal dans cette adaptation des plantes arctiques.* »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *La gommose bacillaire des Vignes.* Note de MM. **Prillieux** et **Delacroix**, présentée par M. Duchartre.

« Depuis longtemps on a signalé, en Italie, une maladie de la Vigne que l'on a désignée sous le nom de *mal nero* et qui a causé des dégâts considérables, surtout en Sicile et dans les Calabres. Dès 1889, Santo Garovaglio a attribué à la pénétration d'une Bactérie dans les tissus l'altération du bois des Vignes atteintes du *mal nero* qui brunit par places et subit une dégénérescence gommeuse. Cette opinion est acceptée généralement aujourd'hui par les auteurs italiens qui se sont occupés de ce sujet.

» Une maladie, qui paraît identique au *mal nero* des Italiens, règne dans beaucoup de vignobles de France. Les premiers échantillons de Vigne atteinte de gommose bacillaire que nous ayons étudiés provenaient de Tunisie; ils ont été envoyés au laboratoire de Pathologie végétale, l'année dernière, par M. Costet, professeur d'Agriculture à Tunis. Cette année nous en avons reçu de semblables provenant de la Cadière et d'autres localités, dans le département du Var, de la Sarthe, du Bordelais et de l'Yonne où la maladie est connue sous le nom d'*Aubernage*.

» Dans toutes ces Vignes malades le cep se rabougrit, les rameaux jeunes ne prennent pas leur développement normal, leurs feuilles se déforment en présentant des incisures profondes, tout en restant vertes. Ce sont des altérations semblables à celles qui sont, selon M. Viala, désignées sous le nom de *Roncet* dans diverses localités de Bourgogne.

» Sur une coupe transversale, la tige des Vignes atteintes de cette maladie a le bois piqueté de noir; à mesure que l'altération progresse, ces petits points deviennent de plus en plus nombreux en même temps qu'ils s'élargissent, et les taches qu'ils constituent ne tardent pas à être confluentes; la portion atteinte prend une couleur brunâtre semblable à celle des bois cariés.

» Le mal gagne de haut en bas, comme on l'a déjà observé pour le *mal nero* en Italie. Il débute par les plaies de taille et descend vers les racines; la portion malade du bois pénètre dans la partie saine, comme un coin

s'enfonçant dans le sommet de la tige. En même temps, des fissures radiales se dessinent sur la tige et augmentent la décomposition du bois en favorisant l'extension de saprophytes variés. La maladie se termine par la mort du cep au bout de trois à cinq ans.

» Les caractères du mal, la marche de son développement dans les Vignes, nous ont été décrits d'une façon identique par tous nos correspondants, aussi bien par M. Guénier, d'Auxerre, pour l'aubernage, que par MM. Marion, Cachard et Meunier pour la maladie des Vignes du Var et par M. Couanon pour le Bordelais.

» L'altération des tissus du bois, qui se manifeste à la vue par des points noirs, consiste dans une dégénérescence gommeuse du bois. L'examen microscopique montre que tous les éléments, les vaisseaux et les cellules de parenchyme ligneux surtout, se remplissent d'une gomme brune dans laquelle se trouvent des myriades de Bactéries. Dans les thylles nombreuses qui obstruent la lumière des vaisseaux du bois malade, on peut souvent très bien distinguer des nuées de Bactéries isolées, assez courtes et mobiles. Nous avons cultivé ces Bactéries soit dans du bouillon de veau, soit sur de la gélatine additionnée de jus de pruneau. Les cultures dans le bouillon donnent une forme *Leptothrix*, dont les articles, après séparation, constituent des Bactéries mobiles, étroites, d'une longueur de $0,75\ \mu$ à $1,25\ \mu$.

» Cette Bactérie, que l'on trouve constamment dans la profondeur des tissus du bois malade, est-elle bien la cause de la dégénérescence gommeuse et de la maladie dont meurt la Vigne? Pour trancher la question, il fallait recourir à l'infection d'une Vigne saine par les Bactéries obtenues en culture pure. C'est ce que nous avons fait l'an dernier, au mois de mai, sur un pied de Vigne cultivé sur la terrasse du Laboratoire de Pathologie végétale, à l'aide d'une culture de Bactéries provenant des ceps de Vigne malade qui nous avaient été envoyés de Tunisie. Le pied inoculé a présenté, cette année, l'altération du feuillage qui caractérise l'Aubernage et le Roncet; son bois est atteint de dégénérescence gommeuse; il a contracté la maladie.

» Lorsque la maladie bacillaire s'est développée depuis quelque temps dans les tiges et en a profondément altéré les tissus sur une certaine étendue, des Champignons saprophytes variés y trouvent souvent un terrain convenable pour leur développement. Leur mycélium pénètre dans le tissu malade et intervient alors pour hâter l'œuvre de destruction. En cer-

tains cas, ils peuvent masquer l'action de la cause première du mal, mais on constate toujours la gommose bacillaire quand on examine les tissus nouvellement envahis.

» En Bourgogne, sur les ceps atteints d'Aubernage, on trouve très fréquemment un Hyphomycète qui se montre sous l'apparence de petites plaques veloutées noires, sur le bois mort; c'est le *Torula antennata* Pers. On le trouve, du reste, aussi bien sur les bois débités de Frêne, de Hêtre, etc. M. Daille, d'Auxerre, a observé depuis plusieurs années cette espèce sur les Vignes malades; la croyant nouvelle et se méprenant sur sa nature et son rôle, il l'a nommée *Uredo viticida* et a attribué à son action la maladie de la Vigne.

» Dans la Sarthe, les échalas de Châtaignier qui servent à palisser les Vignes portent parfois un Agaric saprophyte très commun sur les souches mortes dans les bois, l'*Hypholoma fasciculare*. Il a envahi aussi les parties mortes des racines et le bas de la tige des Vignes, mais n'est pas la cause véritable de leur dépérissement.

» Dans le Var, à la Cadière, les cicatrices ligneuses des Vignes malades portent un *Coniothecium* et le *Pestalozzia sarmenti* Pass.; au Pradet, c'est le *Sphæropsis viticola* Passer.; dans le Bordelais, c'est un *Pestalozzia* qui ne paraît pas différent du *Pestalozzia pezizoides* de Not. Le mycélium de ces divers Champignons se rencontre dans le bois à des profondeurs variées et modifie la teinte jaunâtre des tissus déjà envahis par la gommose bacillaire.

» L'examen microscopique d'une portion de cep atteint de *mal nero* provenant d'Italie, que nous possédons dans les collections du Laboratoire de Pathologie végétale et dont l'authenticité est certaine, nous a présenté les mêmes caractères que ceux des Vignes françaises atteintes de gommose bacillaire, en même temps que nous y avons constaté, dans les parties les plus superficielles du bois, la présence d'un mycélium qui a l'apparence toruleuse de celui du *Coniothecium*, que nous avons observé sur les Vignes malades du Var.

» Nous croyons pouvoir admettre l'identité du *mal nero* des Italiens avec la gommose bacillaire des Vignes françaises que les vignerons ont déjà observée dans notre pays et qu'ils ont désignée sous des noms divers, sans en connaître la véritable nature. »

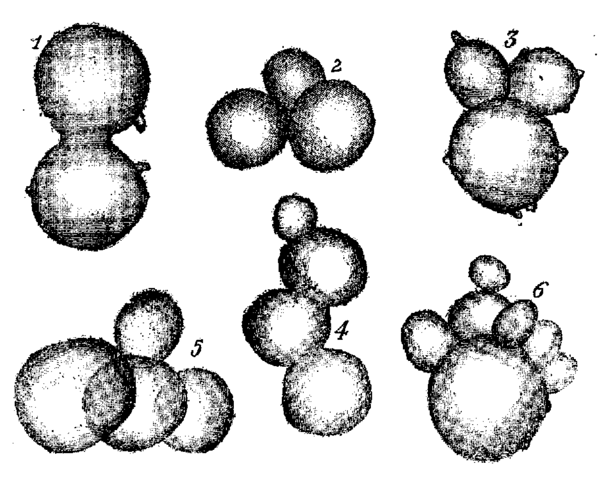
GÉOLOGIE. — *Sur la présence de restes de Foraminifères dans les terrains précambriens de Bretagne.* Note de M. L. **Cayeux**, présentée par M. Fouqué.

« Dans un travail que j'ai présenté à la Société géologique de France, dans sa séance du 7 mai dernier (¹), j'ai fait connaître un grand nombre de Radiolaires originaires du terrain précambrien des Côtes-du-Nord. Ces Rhizopodes à test siliceux ne sont pas les seuls organismes que l'on trouve dans le Précambrien de Bretagne. J'ai pu m'assurer, depuis longtemps, qu'ils sont accompagnés d'autres formes à test originellement calcaire et qui sont des Foraminifères.

» Les roches qui renferment ces organismes sont des quartzites et phtanites interstratifiés dans les phyllades précambriens de Saint-Lô, à Lamballe (Côtes-du-Nord).

» Les coquilles précambriennes que je rapporte aux Foraminifères sont *simples* ou *composées*.

» Les formes simples ou monoloculaires sont susceptibles d'être confondues avec certains Radiolaires à pores oblitérés et ne peuvent fournir aucun argument décisif en faveur de l'existence de Foraminifères. Je les laisse de côté.



» Les formes composées ou pluriloculaires comportent de *deux* à *sept* loges de dimensions généralement différentes.

(¹) *Compte rendu des séances de la Société géologique de France*, p. 79.

» Les individus biloculaires sont formés de deux cellules sphériques ou légèrement ovoïdes, largement soudées et munies de prolongements courts et rares (*fig.* 1).

» Les coquilles triloculaires comprennent trois loges sphériques ou oviformes, garnies ou non de rudiments d'épines en très petit nombre. Ces loges ne sont pas disposées en une seule série, mais groupées de façon que chacune d'elles soit tangente aux deux autres (*fig.* 2 et 3).

» Les Foraminifères à quatre loges sont de deux sortes : *a*. Un premier type est réalisé par des cellules pseudo-sphériques d'inégales dimensions, groupées en une seule série en ligne brisée (*fig.* 4); *b*, d'autres formes se décomposent en loges globuleuses agglomérées en spire assez obscure (*fig.* 5). Toute trace d'épine fait défaut dans les deux groupes.

» Je n'ai rencontré qu'une seule coquille ayant plus de quatre loges. Les sept cellules qui la forment ont des dimensions très différentes, elles sont pseudo-sphériques ou ovoïdes et placées dans des plans différents. Il est impossible de s'assurer si leur distribution obéit à une règle déterminée (*fig.* 6).

» J'ai remarqué que quelques individus ont leur test percé de pores extrêmement fins; ce caractère fait rentrer les Foraminifères qui en sont pourvus dans les *Perforata* de Carpenter.

» De même que les Radiolaires précambriens, ces Foraminifères ont des dimensions qui s'écartent beaucoup de celles des Foraminifères paléozoïques connus. Les loges les plus volumineuses atteignent à peine 10μ de diamètre.

» Que l'on soit en présence de loges isolées ou agglomérées, il est toujours possible de distinguer les débris de Foraminifères des Radiolaires qui les accompagnent.

» *a*. Même chez les Radiolaires les plus atteints par les métamorphoses de la silice ambiante, on réussit à mettre en évidence quelques vestiges de pores de grande taille; ils manquent toujours dans les coquilles que je rapporte aux Foraminifères.

» *b*. Les nombreuses taches charbonneuses accumulées dans les coquilles de Radiolaires n'existent pas, ou peu s'en faut, dans les loges de Foraminifères.

» Quant aux formes multiloculaires, à trois loges et plus, le mode d'agencement des différentes parties de la coquille exclut les Radiolaires et permet de les rattacher aux Foraminifères sans la moindre incertitude.

» On conçoit que le petit nombre de matériaux dont je dispose à cette heure m'oblige à beaucoup de réserve en ce qui touche les conclusions à tirer de cette découverte. Il en est une à laquelle de nouvelles investigations donneront sans doute plus de relief, et que je désire formuler dès maintenant : c'est qu'il y a dans le Précambrien de Bretagne des Foraminifères de forme relativement complexe comme il y existe des Radiolaires très différenciés.

» Certains genres se sont-ils perpétués jusqu'à nos jours, comme c'est le cas pour les Radiolaires du même terrain? La rareté de ces restes organiques, leur exiguïté et leur conservation défectueuse ne laissent rien

entrevoir dans cette direction. De nouveaux documents sont indispensables pour hasarder une comparaison avec les formes connues. »

PHYSIOLOGIE. — *Imperméabilité de l'épithélium vesical sain à l'égard des medicaments et des poisons.* Note de MM. **Boyer** et **L. Guinard**, présentée par M. A. Chauveau.

« Nous nous proposons de démontrer que l'opinion des physiologistes au sujet de l'imperméabilité vésicale est absolument justifiée et qu'on ne saurait accorder un pouvoir absorbant quelconque à l'épithélium de la vessie, en admettant, bien entendu, qu'il soit parfaitement intact, et qu'il s'agisse d'une substance incapable de le désorganiser rapidement.

» En dehors même de toute expérience, il suffit de rappeler, d'une part, que la structure histologique de cet épithélium, ne se prête guère à la pénétration; d'autre part, on n'a qu'à songer un seul instant au rôle physiologique dévolu à la vessie pour être convaincu de l'erreur que commettent ceux qui croient à son pouvoir absorbant, et la transforment ainsi en un réservoir taillé sur le modèle du tonneau des Danaïdes.

» Malgré les dires de Kaupp, Treskin, Demarquay, Maas et Pinner, Fleischer et Brinckmann, Ashdown, Tricomi, etc., on admet classiquement l'imperméabilité vésicale et nous n'aurions pas songé à revenir sur une question que les travaux de Küss, Susini, Ségalas, Alling, P. Bert, Jolyet, Lépine, Cazeneuve et Livon semblaient avoir définitivement tranchée, si un chirurgien aussi autorisé que l'est M. Bazy n'était revenu soutenir devant l'Académie des Sciences, le 27 novembre 1893, une opinion diamétralement opposée.

» Or nous avons la certitude que la vessie n'absorbe pas les médicaments introduits dans son intérieur, et voici sur quoi nous nous appuyons.

» Employant d'abord le procédé de Cazeneuve et Lépine, nous avons ligaturé uretères et urèthre, chez plusieurs chiens, et injecté dans la vessie, avec une fine canule, du chlorhydrate de strychnine. Dans ces conditions, nos animaux ont toléré, pendant sept et neuf heures, sans présenter le moindre signe d'intoxication, $0^{gr},02$, $0^{gr},03$ et $0^{gr},04$ de poison.

» Désirant opérer dans des conditions plus physiologiques encore, nous nous sommes procuré des chiens de forte taille, qu'on laissait uriner naturellement avant l'expérience, pour leur introduire ensuite, avec précau-

tion, jusque dans la vessie, une sonde uréthrale souple, bien graissée, excessivement fine, n'ayant pas plus de $1^{mm},2$ de diamètre. Par la sonde ainsi introduite, nous instillions lentement $0^{cc},05$ d'une solution active, portée à la température de 30° à 35° et, dans l'intention de laver l'instrument avant de le retirer, nous terminions l'opération par une injection de $0^{cc},02$ à $0^{cc},03$ d'eau distillée tiède. La plupart des animaux conservent très bien les liquides instillés, pourvu qu'on les laisse bien tranquilles soit au laboratoire, soit dans une loge étroite.

» Plusieurs ont ainsi gardé dans la vessie, pendant 8, 10, 15, 17 et même 21 heures, des solutions toxiques qui, de cette façon, avaient tout le temps de passer à l'absorption.

» Nous avons évité les poisons métalliques ainsi que les substances bien connues pour leur pouvoir irritant ou la propriété qu'elles ont de dégager des vapeurs et nous nous en sommes tenus à la série des alcaloïdes, estimant qu'il y a, parmi ces agents, des éléments assez toxiques et assez diffusibles pour que, introduits dans la vessie à doses fortes, ils déterminent rapidement la mort, si vraiment cet organe se laisse pénétrer.

» Dans les conditions précédentes, nous avons vu, dans vingt-trois expériences, la vessie tolérer et conserver, sans qu'aucun trouble physiologique général ou particulier ne fournisse le moindre indice d'une absorption quelconque, les doses et les alcaloïdes suivants : pilocarpine, $0^{gr},10$ et $0^{gr},20$; atropine et ésérine, $0^{gr},10$; cocaïne, $0^{gr},20$ et $0^{gr},50$; morphine, $0^{gr},10$ et $0^{gr},15$; vératrine, $0^{gr},05$; arséniate et chlorhydrate de strychnine, $0^{gr},03$, $0^{gr},05$ et $0^{gr},10$.

» Toutes les fois que nous avons pu le faire, nous nous sommes assurés de la présence du poison dans les urines émises par les animaux, après nos injections. De plus, nous avons réalisé une expérience de contrôle dont la valeur probante est incontestable.

» Nous avons recueilli les urines de trois chiens, qui avaient gardé dans leur vessie, sans accidents, $0^{gr},10$ d'arséniate de strychnine; après concentration au bain-marie, ces urines ont été injectées hypodermiquement, dans deux cas, aux chiens mêmes qui les avaient fournies, dans le troisième cas à plusieurs grenouilles, à deux cobayes et à un lapin, qui tous ont été tués avec les symptômes classiques du strychnisme.

» Une condition de réussite est de s'adresser à des sujets adultes bien portants, calmes et peu irritables; les tout jeunes chiens, de même que les lapins, conviennent peu à des recherches comme les nôtres. Enfin, il ne

faut pas, avant plusieurs jours d'intervalle, se servir d'un même sujet pour répéter une expérience, car, presque toujours, la première instillation de quelque alcaloïde que ce soit impressionne l'épithélium vésical, provoque une inflammation, plus ou moins vive et plus ou moins persistante, qui permet l'absorption. Nous avons vu plusieurs des chiens, chez lesquels des doses fortes de morphine, de cocaïne et de strychnine n'avaient pas été absorbées par la vessie, montrer des signes d'intoxication et mourir après une seconde instillation, faite trois ou sept jours après, dans des conditions identiques, avec les mêmes poisons ou des poisons différents.

» Il n'y a donc pas lieu de revenir, pour le combattre, sur le principe bien acquis et d'ailleurs classique de l'imperméabilité vésicale; nos expériences viennent de le confirmer une fois de plus. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Régulation de la thermogenèse par l'action cutanée de certains alcaloïdes.* Notes de MM. **L. Guinard** et **Geley**, présentée par M. A. Chauveau.

« On sait combien est considérable le rôle physiologique attribué à la peau dans le réglage de la chaleur animale. Les excitations de natures très diverses qui agissent sur les terminaisons sensitives cutanées retentissent par réflexe sur les échanges chimiques intracellulaires, source importante de calorique et, par le même mécanisme, influencent aussi des régulateurs non moins importants des réactions thermiques, en modifiant les fonctions vaso-motrices, sécrétoires et respiratoires.

» C'est en se basant sur ces considérations physiologiques que l'un de nous a vu et recherché la cause de l'action antipyrétique produite par les badigeonnages épidermiques de gaïacol, la trouvant non seulement dans le résultat d'un phénomène d'absorption par la peau, mais surtout dans l'action du médicament sur les terminaisons sensitives cutanées. Cette interprétation nouvelle d'une action antipyrétique d'origine périphérique a trouvé une première confirmation dans la baisse de température que Geley et Pardon d'abord, et Védrine ensuite, ont obtenue par des badigeonnages à la cocaïne chez des fébricitants.

» Dans le même ordre d'idées, nous avons recherché si, parmi les alcaloïdes auxquels on attribue des actions nerveuses locales, il y en a qui produisent sur les terminaisons cutanées une action telle que des modifi-

cations générales sur la courbe de température puissent être constatées.

» Sur dix-huit alcaloïdes essayés par nous, en solutions ou en pommades, que l'on appliquait en badigeonnages à la face interne des cuisses, il s'en est trouvé quatre qui, d'une façon régulière et constante, ont déterminé la régulation des réactions thermiques.

» Ces alcaloïdes sont la cocaïne, la solanine, la spartéine et l'elléboréine. Par leur emploi nous avons pu, dans les affections franchement hyperpyrétiques, obtenir un abaissement de 0°,5 à 3°, la moyenne étant habituellement de 1° à 1°,5 et les effets étant aussi susceptibles de varier suivant le malade, mais surtout suivant la maladie. Ils sont plus marqués au début et à la fin des affections aiguës qu'à la période d'état; plus marqués dans les formes bénignes que dans les formes graves, quelle que soit d'ailleurs l'affection en cause.

» L'action hypothermisante commence ordinairement une heure après le badigeonnage; elle acquiert son maximum vers la troisième ou la quatrième heure, puis cesse assez brusquement, après quoi la température tend à revenir à son point de départ. Avec la spartéine seule, nous avons noté une action beaucoup plus lente à se montrer, n'atteignant son maximum qu'au bout de cinq, six ou sept heures, mais se prolongeant, en revanche, quatre ou cinq heures après, parfois davantage.

» Quand, dans un état pathologique, la réaction thermique manque ou est insuffisante, les badigeonnages faits avec les solutions d'alcaloïdes la provoquent d'une façon manifeste. Ainsi chez les brigthiques, chez les artério-scléreux, où une pyréxie intercurrente peut évoluer avec très peu de fièvre ou pas du tout, le badigeonnage est suivi d'une ascension thermique constante; de même chez les goutteux, les rhumatisants chroniques et dans tous les cas où il y a ralentissement de la nutrition avec température basse, le badigeonnage ramène celle-ci à la normale.

» Par contre, chez les sujets sains, les effets sont peu apparents. Cependant, chez les animaux, ayant normalement une température élevée, voisine de 40°, on peut, par une application sur la peau du dos, produire une baisse thermique un peu plus accusée que chez l'homme.

» D'après les faits précédents, on doit conclure que nos badigeonnages n'agissent pas simplement comme antipyrétiques, mais que, d'une façon générale, ce sont des régulateurs de la thermogenèse.

» Cette régulation est entièrement d'origine nerveuse périphérique et ne saurait être attribuée à une absorption cutanée, car aucun de nos alca-

loïdes, nous nous en sommes assurés chez l'homme et chez les animaux, n'est capable de produire un tel effet après introduction dans l'organisme.

» De plus, non seulement par principe nous ne croyons pas à une absorption, qui dans le cas présent serait très insuffisante, mais, à l'analyse des urines, nous n'avons pas trouvé trace d'alcaloïde.

» Enfin, les médicaments habituellement administrés comme antipyrétiques, la quinine, l'antipyrine, la phénacétine, le salicylate de soude, l'aconitine, etc., n'ont aucune action sur la température quand on les applique en badigeonnage.

» On peut donc désormais espérer agir sur la température d'un malade suivant un mécanisme physiologique très naturel et sans passer par l'administration interne et l'absorption d'un médicament, ce qui souvent pourra être d'une grande utilité. »

M. V. **Ducla** adresse un Mémoire intitulé « Classification générale des corps simples basée sur le nombre de groupes moléculaires équivalents contenus dans l'unité de volume ».

M. E. **Maumené** adresse une Note sur un « Nouveau procédé pour obtenir l'acide dicarbocique (mellique) ».

M. **Delaurier** adresse une Note relative à un procédé de destruction du grisou, à mesure de sa production, à l'aide d'une série d'étincelles électriques.

M. L. **Hugo** adresse une Note ayant pour titre « Sur les schémas chimiques ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 mai 1894.

Annales de l'observatoire de Bordeaux, publiées par M. G. Rayet, directeur de l'observatoire. Tome V. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Lœwy.)

La défense de l'organisme. Cours de Physiologie de la Faculté de Médecine (1893-1894), par M. Charles Richet. (Extrait des *Travaux du laboratoire de Physiologie*. Tome III.) Paris, Chamerot et Renouard, 1894; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Verneuil.)

Muséum d'Histoire naturelle. Enseignement spécial pour les voyageurs. (Année 1894.) Leçon d'ouverture faite le 10 avril 1894, par M. Milne-Edwards, membre de l'Institut, directeur du Muséum. Paris, Imprimerie nationale, 1894; 1 br. in-8°.

Conseils aux voyageurs naturalistes, par H. Filhol. Publication consécutive aux Leçons faites au Muséum d'Histoire naturelle en 1893. (Extrait des *Nouvelles Archives des Missions scientifiques*. T. VI.) Paris, Imprimerie nationale, 1894; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Essai d'un système de gammes nouvelles, par M. A. de Bertha. 1 br. in-4°. (Présenté par M. Sarrau.)

Journal de Pharmacie et de Chimie (fondé en 1809). N° 10, 15 mai 1894. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure. Vol. IV de la 7e série. 1893. Nantes, L. Mellinet et Cie; 1 vol. in-8°.

Annuaire géologique universel, Revue de Géologie et de Paléontologie. Année 1892. Tome IX. 3e fasc. Paris, 1894; 1 vol. in-8°.

Archives des Sciences physiques et naturelles. Tome XXXI. N° 5, 15 mai 1894. Genève, Paris, G. Masson, 1894; 1 vol. in-8°.

Memorie della Società degli spettroscopisti italiani. Raccolte e pubblicate per cura del Prof. P. Tacchini. Roma, 1894.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 mai 1894.

Traité pratique sur la vigne et le vin en Algérie et en Tunisie, par A. Leroux, ingénieur agronome viticulteur. Blida, Mauguin, 1894; 2 vol. in-4°.

Cours élémentaire d'Électricité pratique, par H. Leblond, agrégé des Sciences physiques, professeur d'Électricité à l'École des officiers torpilleurs. Paris et Nancy, Berger-Levrault et Cie; 1894; 1 vol. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Personnel. Mars-avril 1894. Paris, Vve Ch. Dunod et P. Vicq, 1894; 3 vol. in-8°.

Remarques sur la nomenclature hépaticologique, par Auguste Le Jolis, directeur de la Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg. (Extrait des *Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg*. Tome XXIX). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1894; 1 vol. gr. in-8°.

Bulletin de la Station agronomique de la Loire-Inférieure. Exercice 1892-1893. Directeur : A. Andouard. Nantes, L. Mellinet et Cie, 1894.

Rapport sur les travaux : 1° du Conseil central d'hygiène publique et de salubrité de la ville de Nantes et du département de la Loire-Inférieure; 2° des Conseils d'hygiène des arrondissements; 3° des Médecins des épidémies, etc. pendant les années 1891 *et* 1892, présenté à M. G. Cleiftie, préfet de la Loire-Inférieure. Nantes, L. Mellinet et Cie, 1893 et 1894; 2 vol. in-8°.

Étude de la question du service d'eau de Nantes. Rapport général. Rapport des diverses commissions. Pièces annexes. Nantes, L. Mellinet et Cie, 1892; 1 vol. in-8°.

Icones fungorum omnium hucusque cognitorum, ad usum sylloges saccardianæ adcommodatæ, auctore A.-N. Berlese. Vol. I. *Pyrenomycetes*. Abellini, 1894; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 juin 1894.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Septième série. Tome II, juin 1894. Paris, G. Masson, 1894; 1 fasc. in-8°.

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Tome XI. Juin 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. in-8°.

Société nationale d'Agriculture de France. Séance du 2 mai 1894. *Étude concernant les dommages occasionnés par différents insectes dans les plantations de cannes à sucre*, par M. Émile Blanchard. Paris, Chamerot et Renouard; 1 br. in-8°.

L'Embryologie comparée, par le D^r Louis Roule. Paris, C. Reinwald et C^{ie}, 1894; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Journal de Pharmacie et de Chimie (fondé en 1809). N° 11. 1er juin 1894. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Société de Géographie. Comptes rendus des séances, 1894. N^{os} 10 et 11. Paris; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Faculté des Sciences de Paris. Étude monographique de la famille des Globulariées, par le D^r Édouard Heckel. Tome III. Année 1893 (Supplément). Marseille, J. Cayer, 1894; 1 vol. gr. in-8°.

Travaux du laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble, 1893-1894. Tome II. 2^e fasc. Grenoble. Breynat et C^{ie}, 1894; 1 vol. in-8°.

Atti del R. Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti. Venezia, Carlo Ferrari, 1893-1894; 18 vol. in-8°

Annalen der schweizerischen meteorologischen Central-Anstalt, 1891. Zürich, Druck von Zürcher und Fierrer; 1 vol. in-4°.

Mittheilungen der prähistorischen Commission der kais. Akademie der Wissenschaften. I. Band, n° 3, 1893. Wien, 1893; in-4°.

Annalen der K. K. Universitäts-Sternwarte in Wien. Herausgegeben von Edmund Weiss. VIII. Band. Wien, 1892; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 28 mai 1894.)

Note de M. *E. Maillet* : Sur les propriétés des groupes de substitutions, etc. :

Page 1188, ligne 2, *au lieu de* $p_1^{m_1}, p_2^{m_2}, \ldots, p_k^{m_k}$, *lisez* $p_1^{\alpha_1}, p_2^{\alpha_2}, \ldots, p_k^{\alpha_k}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 JUIN 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

M. le **Président** prend la parole en ces termes :

« Messieurs,

» Vous savez tous le grand malheur qui frappe le Pays. M. Carnot, Président de la République, vient de mourir à Lyon, victime d'un abominable attentat.

» En présence de cet événement, qui prive la France de son chef respecté et nous remplit d'une profonde émotion, je prie l'Académie de lever immédiatement la séance en signe de deuil.

» Je suis certain d'être l'interprète des sentiments de l'Institut tout entier en adressant à M^me Carnot l'hommage attristé de notre respectueuse sympathie. »

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 juin 1894.

Cours d'Analyse de l'École Polytechnique, par M. C. Jordan, Membre de l'Institut. 2e éd. Tome II : *Calcul intégral*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 vol. in-8°.

Les méthodes nouvelles de la Mécanique céleste, par H. Poincaré, Membre de l'Institut. Tome II : *Méthodes de MM. Newcomb, Gyldén, Lindstedt et Bohlin*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 vol. in-8°.

Les oscillations électriques. Leçons professées pendant le premier trimestre 1892-1893, par H. Poincaré, Membre de l'Institut. Paris, G. Carré, 1894; 1 vol. in-8°.

Leçons cliniques sur les maladies des voies urinaires, professées à l'hôpital Necker, *Séméiologie, Diagnostic, Pathologie et Thérapeutique générales*, par J.-C. Félix Guyon, Membre de l'Institut. Tome I. Paris, J.-B. Baillière et fils; 1 vol. in-8°.

Annales du Conservatoire des Arts et Métiers, publiées par les Professeurs. 2e série. Tome V, Ier fasc. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; 1 br. in-8°.

Association française pour l'avancement des Sciences. Compte rendu de la 22e session. Besançon, 1893. Seconde Partie. *Notes et Extraits*. Paris, G. Masson, 1894; 1 vol. gr. in-8°.

Société de Géographie. Comptes rendus des séances, 1894, n° 12, séance du 18 mai 1894. Paris, Société de Géographie; 1 fasc. in-8°.

Les grains et les orages, par M. E. Durand-Gréville. Gauthier-Villars et fils; 1 br. in-4°.

La Biographie du grand chimiste français Béchamp, par le Dr C.-I. Istrati. Bucarest, 1894; 1 vol. in-4°.

Nouveau montage du Central téléphonique, supprimant les piles chez les abonnés, par R. Rodriguez Merino. Madrid, 1894; 1 br. in-18.

Bibliothèque géologique de la Russie, 1892, composée sous la direction de S. Nikitin. Eggers et Cie, Saint-Pétersbourg; 1 vol. in-8°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut Impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg. Tome II, N° 5. Saint-Pétersbourg, 1893; 1 vol. in-4°.

Universidad central de España. Memoria del curso de 1892 a 1893, y Anuario del de 1893 a 1894 de su distrito universitario que publica la Secreteria general. Madrid, 1894; 1 vol. in-4°.

Su taluni nuovi strumenti fisici e meteorologici; certe azioni molecolari di liquidi taluni; fenomeni tellurici e sulla più probabile origine del nostro sistema solare, pel March. Antonio de Gregorio. Torino-Palermo, Carlo Clausen, 1893; 1 vol. in-4°.

Annalen der physikalischen Central-Observatoriums, herausgegeben von H. Wild. Jahrgang 1892. Theil I-II. Saint-Pétersbourg, 1893; 2 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 juin 1894.

Sur le minimum du potentiel de l'arc, par M. Haton de la Goupillière (*Association française pour l'avancement des Sciences. Congrès de Besançon,* 1893). Paris; 1 fasc. in-8°.

Annales de Géologie et de Paléontologie, publiées sous la direction du marquis Antoine de Gregorio. 10e, 11e, 12e, 13e livraisons. Palerme, Ch. Clausen, 1892; 4 fasc. in-4°. (Présenté par M. Gaudry). (Renvoyé à la Commission du prix Jérôme Ponti.)

Tableaux synoptiques des plantes vasculaires de la flore de la France, par Gaston Bonnier et Georges de Layens. Paris, Paul Dupont; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)

Paléontologie française. Livraison 33e : *Terrains tertiaires, éocène, échinides.* Tome II, par M. Cotteau. Paris, G. Masson, 1894; 1 fasc. in-8°.

Étude sur la détermination des feldspaths dans les plaques minces au point de vue de la classification des roches, par A. Michel Levy, Ingénieur en chef des Mines. Paris, Baudry, 1894; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Fouqué.)

Arithmétique graphique. Les espaces arithmétiques hypermagiques, par Gabriel Arnoux. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 vol. in-8°.

La Hongrie économique, par Guillaume Vautier. Paris, Berger-Levrault et Cie. 1893; 1 vol. in-8°.

Les enclaves des roches volcaniques, par A. Lacroix, professeur de Minéralogie au Muséum d'Histoire naturelle. Mâcon, Protat frères, 1893; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Étude sur le métamorphisme du contact des roches volcaniques, par M. A. Lacroix, professeur au Muséum. (Extrait du tome XXXI des *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences de l'Institut de France.*) Paris, Imprimerie nationale, 1894; 1 vol. in-4°.

L'Anthropologie, Tome V; 1894. n° 3, mai-juin. Paris, G. Masson; 1 vol. in-8°.

Contribution à l'étude de la Myologie comparée: Membre postérieur chez un certain nombre de Batraciens et de Sauriens, par A. Perrin. (Extrait du tome XXIV du *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique.*) Paris, G. Carré; 1 vol. gr. in-8°.

Société d'Histoire naturelle d'Autun. Sixième bulletin. Autun, 1893; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

Observations astronomiques faites à Abastouman (deuxième série des mesures d'étoiles doubles), par le prof. S. de Glasenapp, directeur de l'observatoire de l'Université Impériale de Saint-Pétersbourg. Saint-Pétersbourg, 1894; 1 vol. gr. in-8°.

Wissenschaftliche Abhandlungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Band I. Berlin, 1894; 1 vol. in-4°.

The Transactions of the royal Irish Academy, Vol. XXX, Part XII. Dublin, 1894; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 29 janvier 1894.)

Note de M. le général *Derrécagaix*, Sur la nouvelle mesure de la superficie de la France :

Page 236, ligne 21, *lisez :*

» Les résultats obtenus par le calcul et les mesures, combinés, ont donné, pour la superficie de la France et de ses îles, la Corse comprise, les chiffres ci-après :

Ellipsoïde de la Carte de France........	536,464 kmq
» de Bessel....................	536,469
» de Clarke..................	536,479

soit 53 647 900 hectares. »

FIN DU TOME CENT-DIX-HUITIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER. — JUIN 1894.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXVIII.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
20511 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.